

(11)Publication number : 2000-193928

(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl.

G02F 1/13
 G02F 1/1335
 G03B 21/00
 G03B 33/12
 H04N 5/74

(21)Application number : 10-372980

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 28.12.1998

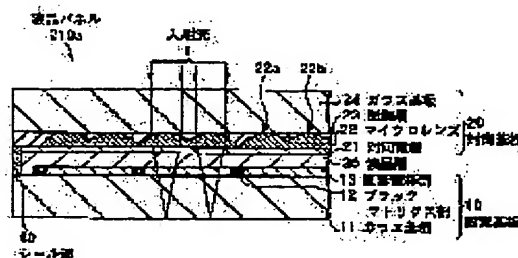
(72)Inventor : KAISE KIKUO
HAYASHI HISAO

(54) OPTICAL MODULATING ELEMENT AND IMAGE PROJECTION DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it easy to control gap thickness and to display an image of high quality.

SOLUTION: Incident light 1 which is made incident on a liquid crystal panel 210a is transmitted through a glass substrate 24 of an opposite substrate 20, converged by microlenses 22, and passed through a liquid crystal layer 30 and a pixel electrode part 13, so that it is focused in a glass substrate 11 of a pixel substrate 10. The incident light 1 while passing through the liquid crystal layer 30 is spatially modulated corresponding to an image signal voltage applied to the pixel electrode part 13. Here, four microlenses 22 are divisionally arranged, for example, in a square lattice shape for one pixel electrode part 13. The incident light 1 which is made incident on the liquid crystal panel 210a is converted by each of the four lenses so that it is made incident on one pixel electrode part 13.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A liquid crystal display element comprising:

Two or more picture element electrodes which were matched with each of at least one colored light, and were arranged in two dimensions.

a group matched with one picture element electrode or two or more colored light — two or more micro lenses in which a placed opposite is carried out for every picture element electrode, and each has several lens sides from which curvature differs, or two or more lens sides which were divided.

An optical modulation means which modulates colored light which entered according to a picture signal impressed to

said picture element electrode.

[Claim 2]The liquid crystal display element according to claim 1, wherein flattening of each center section of two or more of said micro lenses is carried out.

[Claim 3]The liquid crystal display element according to claim 2, wherein a field where said optical modulation means was constituted by liquid crystal layer, and flattening of said two or more micro lenses was carried out is arranged at said liquid crystal layer side.

[Claim 4]A colored light creating means which generates two or more colored light, comprising, An image projection display provided with at least one optical modulator which performs light modulation processing according to a picture signal to each colored light from said colored light creating means, and a projecting means which projects on a screen each colored light modulated by said optical modulator.

Two or more picture element electrodes which said optical modulator was matched with each of at least one colored light, and were arranged in two dimensions.

a group matched with one picture element electrode or two or more colored light — two or more micro lenses in which a placed opposite is carried out for every picture element electrode, and each has several lens sides from which curvature differs, or two or more lens sides which were divided.

An optical modulation means which modulates colored light which entered according to a picture signal impressed to said picture element electrode.

[Claim 5]The image projection display according to claim 4, wherein flattening of each center section of two or more of said micro lenses is carried out.

[Claim 6]The image projection display according to claim 5, wherein a field where said optical modulation means was constituted by liquid crystal layer, and flattening of said two or more micro lenses was carried out is arranged at said liquid crystal layer side.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the image projection display using the optical modulator which modulates light for every pixel according to a picture signal, and makes image display possible, and this modulated light modulation element.

[0002]

[Description of the Prior Art]Image projection displays, such as a liquid crystal projector which displays by projecting a picture other than a direct viewing type display on a screen, are shown in the image display device using optical modulators, such as a liquid crystal element. After this image projection display leads three colored light used for a colored presentation to the pixel corresponding to each color of an optical modulator and performs light modulation according to a picture signal here, it is made to project on a screen and displays a color picture. The image projection display using the liquid crystal display element (henceforth a liquid crystal panel) as such an optical modulator, Red (Red =R) and the single plate method constituted using the liquid crystal panel provided with the color separating means of three green (Green =G) and blue (Blue=B) colors one sheet, It is divided roughly into 3 board methods which have arranged the liquid crystal panel which is not provided with the color separating means for every colored light way of R, G, and B, respectively, and were constituted using the liquid crystal panel of three sheets on the whole. As a using form of such an image projection display, there are a rear type which projects a picture from the rear face of a screen, and a front type which projects a picture from the front face of a screen.

[0003]Generally, a liquid crystal panel is constituted including the liquid crystal layer arranged so that between the pixel substrate in which the picture element electrode by which two-dimensional arrangement was carried out regularly was formed, the counter substrate arranged as countered with this pixel substrate, and pixel substrates and counter substrates may be filled.

[0004]In recent years, high-intensity [of the image projection display which used such a liquid crystal panel], and high definition-ization are progressing. For example, in a front-type image projection display, The display standard

has high-resolution-ized with XGA (ExtendedGraphics Array) to SVGA (Super VGA) from VGA (Video Graphics Array), SXGA (Super XGA), etc. In rear type projection TV (television) as a rear-type image projection display, the formation (Multi-Scan) of data display possible from NTSC or a PAL system —izing corresponding to digital TV corresponding to HD from HDTV (high definition television), the formation of a high pixel number, and high-resolution-izing are still more nearly inevitable. In recent years, the demand of the miniaturization of a liquid crystal panel is followed besides the demand of such formation of a high pixel number, and high-resolution-izing in many cases.

[0005]In order to meet improvement in the above picture element densities, and the demand of a rise in luminosity, in recent years, the liquid crystal panel which installed the microlens array in the counter substrate is developed briskly. A microlens array consists of two or more micro lenses. Each micro lens is provided corresponding to one or more pixels, and has become as [make / a corresponding pixel / condense the light which entered into the liquid crystal panel]. In order to attain maximization of condensing performance, need to make a picture element part with a size of several 10 micrometers condense this micro lens, and are built in by many in the counter substrate.

[0006]Drawing 14 is a sectional view showing the example of 1 composition of the conventional liquid crystal panel which used the micro lens. By the following explanation, the front-face side shall mean the entrance plane side of light, and the rear-face side shall mean the emission face side of light. The liquid crystal panel shown in this figure is provided with the liquid crystal layer 130 put between the pixel substrate 110, the counter substrate 120 by which opposite allocation was carried out by separating prescribed distance at the front-face side (entrance plane side of the incident light 100) of this pixel substrate 110, and the pixel substrate 110 and the counter substrate 120. The liquid crystal is closed between the pixel substrate 110 and the counter substrate 120 by the seal part 140 by the liquid crystal layer 130.

[0007]The picture element electrode part 113 of a large number arranged regularly (periodically) as the pixel substrate 110 touched the front-face side of the glass substrate 111 and this glass substrate 111 with the liquid crystal layer 130, It has the black matrix part 112 in which the switching element for impressing picture signal voltage to each of these picture element electrode parts 113, respectively, wiring, etc. were formed. Here, as a switching element, a thin film transistor (below Thin Film Transistor; calls it TFT) is used, for example. This black matrix part 112 is shaded with the metal membrane etc. which are not illustrated, and TFT malfunctions by optical exposure. As for each picture element electrode part 113, in the case of the liquid crystal panel for single plate methods, each is assigned for one colored light of B, R, and G, for example.

[0008]The counterelectrode 125 in which opposite allocation of the counter substrate 120 was carried out at the picture element electrode part 113, One field side is provided with the cover glass 121 adhered to the counterelectrode 125, two or more micro lenses 122 formed in the field side of another side of this cover glass 121, and the glass substrate 124 arranged via the transparent resin layer 123 at the convex side of this micro lens 122. For example, lens formation of the micro lens 122 is carried out by wet etching or dry etching in a part of counter substrate 120. The resin layer 123 is a layer formed by being filled up with the resin (for example, resist, acrylic resin, silicon system resin, or fluororesin etc.) in which refractive indicees differ, after carrying out lens formation of the micro lens 122 by etching etc. A microlens array is formed of the micro lens 122 and the resin layer 123 of these plurality.

[0009]Drawing 15 is a sectional view showing other examples of composition of the conventional liquid crystal panel which used the micro lens. With this figure, identical codes shall be given to the liquid crystal panel and identical configuration element which were shown in drawing 14, and explanation shall be omitted. The liquid crystal panel shown in this figure is provided with the liquid crystal layer 130 put between the pixel substrate 210, the counter substrate 220 by which opposite allocation was carried out by separating prescribed distance at the front-face side (entrance plane side of the incident light 100) of this pixel substrate 210, and the pixel substrate 210 and the counter substrate 220.

[0010]The pixel substrate 210 is equipped with the transistor part 212 which consists of a switching element for impressing picture signal voltage to each picture element electrode part 113, respectively, wiring, etc. The counter substrate 220 is provided with the cover glass 221. The black matrix part 213 is built in the cover glass 221 at the liquid crystal layer 130 side. The black matrix parts 213 are things [from], such as a metal membrane for intercepting light.

As it corresponds to the transistor part 212, it is provided in it.

In the counter substrate 220, two or more micro lenses 222 are arranged between the glass substrate 124 and the cover glass 221. This micro lens 222 is formed using at least one resin of a refractive index which is different in the resin layer 123. A microlens array is formed of the micro lens 222 and the resin layer 123 of these plurality.

[0011]The liquid crystal panel shown in these figures the counter substrate and pixel substrate in which the microlens array was built, A seal is carried out, carrying out gap adjustment (adjustment of the thickness of a liquid crystal layer) in the portion except an effective pixel with adhering resin (ultraviolet curing type resin, heat-hardened type resin, or an epoxy resin), and it is manufactured by closing a liquid crystal in it.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By the way, in a liquid crystal panel, even if it is ultraviolet curing type resin, in order to harden thoroughly, heat will usually be applied to the seal part for closing a liquid crystal. It is heated to about 100-200 ** also by the manufacturing process of others of a liquid crystal panel in many cases. Thus, when a liquid crystal panel is heated with manufacturing, there is a problem that the gap thickness of a liquid crystal layer becomes uneven easily in a field.

[0013]Here, in the case of the image projection display of 3 board methods, when there is at least one gap

unevenness (heterogeneity of the thickness of a liquid crystal layer) among the liquid crystal panels of three sheets, there is a problem that luminosity unevenness will arise in the display image after composition of each colored light, and this will appear in it as an irregular color, for example. In the case of the image projection display of a single plate method, there is a problem that luminosity unevenness will arise in a display image. Thus, when it becomes the unevenness of liquid crystal transmissivity, it appears and it applies to a liquid crystal projector etc., the gap unevenness in a liquid crystal panel turns into luminosity unevenness and an irregular color, and is connected with image quality deterioration. For this reason, it is desirable to maintain the homogeneity of gap thickness in the liquid crystal panel.

[0014] It is thought that generating of the heterogeneity of gap thickness mentioned above is produced by change of the coefficient of thermal expansion by having built quality of a foreign matter, such as resin, in the inside of a counter substrate or an elastic modulus. Therefore, the heat stress at the time of the temperature up produced at the time of an assembly of the usual liquid crystal panel or a temperature fall is considered to be the reason of generating of the heterogeneity of gap thickness. Therefore, it is desirable to make the resin layer in a microlens array as thin as possible as a measure on the problem of the heterogeneity of this gap thickness, and to reduce the influence of heat stress.

[0015] By the way, in a JP, 62-94826, A (patent number No. 2754529) gazette. In a liquid crystal device with [pinched the liquid crystal between the substrates of a couple, and] a matrix form pixel, The invention about the liquid crystal device providing the micro lens which condenses the incident light which penetrates the substrate by the side of light incidence to the field by the side of the liquid crystal of the substrate by the side of the light incidence of the substrates of a couple, respectively, and enters into it to each picture element part of a matrix form pixel in matrix form is indicated. In this liquid crystal device, the convex of the micro lens is formed in the liquid crystal layer. However, since the effective depth of the convex of a micro lens is also about ten micrometers, when a convex is formed in a liquid crystal layer, it becomes difficult to control gap thickness and there is usually a problem that it is difficult to manufacture an actually practical liquid crystal panel. Therefore, the liquid crystal panel by this invention is hard to be called realistic device.

[0016] This invention was made in view of this problem, gap thickness is made easy to control and the purpose is to provide the optical modulator and image projection display which make it possible to perform quality image display.

[0017]

[Means for Solving the Problem] An optical modulator by this invention is provided with the following.

Two or more picture element electrodes which were matched with each of at least one colored light, and were arranged in two dimensions.

a group matched with one picture element electrode or two or more colored light — two or more micro lenses in which a placed opposite is carried out for every picture element electrode, and each has several lens sides from which curvature differs, or two or more lens sides which were divided.

An optical modulation means which modulates colored light which entered according to a picture signal impressed to a picture element electrode.

[0018] An image projection display by this invention is provided with the following.

A colored light creating means which generates two or more colored light.

At least one optical modulator which performs light modulation processing according to a picture signal to each colored light from a colored light creating means.

Two or more picture element electrodes which were the image projection displays provided with a projecting means which projects on a screen each colored light modulated by an optical modulator, and an optical modulator was matched with each of at least one colored light, and were arranged in two dimensions.

a group matched with one picture element electrode or two or more colored light — a placed opposite being carried out for every picture element electrode, and. An optical modulation means which modulates colored light into which each entered according to two or more micro lenses which have several lens sides from which curvature differs, or two or more lens sides which were divided, and a picture signal impressed to a picture element electrode.

[0019] a group by which at least one colored light which entered was matched with one picture element electrode or two or more colored light in an optical modulator and an image projection display by this invention — it is condensed with two or more micro lenses by which the placed opposite was carried out for every picture element electrode. Colored light which entered into a micro lens is modulated in an optical modulation means according to a picture signal impressed to a picture element electrode. Each of two or more micro lenses has several lens sides from which curvature differs, or two or more lens sides which were divided, and slimming down of the whole lens is attained.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, an embodiment of the invention is described in detail with reference to drawings.

[0021] [A 1st embodiment] Drawing 1 expresses the outline composition of the optical system of the image projection display concerning a 1st embodiment of this invention, and shows the state where the device was looked down on from right above. In this figure, in order to avoid complicatedness, only the course of a main beam of light is drawn and others are omitted. This image projection display is provided with the following.

The light source 201 which is constituted as a liquid crystal projector of 3 board methods which use three liquid crystal panels of monochrome, and emits white light.

UV / IR cut filter 202 from which the light of ultraviolet (UV) and an infrared (IR) field contained in the white light emitted from this light source 201 is removed

The integrator 203 which emits the parallel beam which is made to diffuse the light which penetrated this UV / IR cut filter 202, and by which the illuminance distribution of light was equalized.

The relay lens 204 which condenses the parallel beam emitted from this integrator 203, and forms a light source image, and the collimating lens 205 which emits again the light which formed the telecentric optical system and was condensed with the relay lens 204 with this relay lens 204 as a parallel beam of prescribed width.

[0022]The light source 201 is constituted including a photogen and a concave mirror symmetrical with rotation. As a photogen, the lamp of a metal halide system is used, for example. The thing of shape with the sufficient condensing efficiency as much as possible as a concave mirror is good, for example, an ellipsoid-of-revolution mirror, a paraboloid-of-revolution mirror, etc. are used. The integrator 203 is for equalizing the field illumination from within degree distribution in the liquid crystal panel 210 which is made to diffuse the white light emitted from the light source 201, and is mentioned later. For example, it is constituted by one pair of lens arrays (fly eye lens) which arranged and formed many micro lenses, or the glass rod.

[0023]The image projection display concerning this embodiment is provided with the following.

The dichroic mirrors 20R, 20G, and 20B which divide selectively the parallel beam which vacated the prescribed interval, was provided on the same optical path, and was emitted from the collimating lens 205 into the colored light of three colors of R, G, and B which are to the foundations of color specification, respectively.

The reflective mirror 207 which reflects in the further below-mentioned liquid crystal panel 210R side R colored light reflected by the dichroic mirror 206R.

The reflective mirror 208 which reflects in the further below-mentioned liquid crystal panel 210B side B colored light reflected by the dichroic mirror 206B.

[0024]The image projection display concerning this embodiment is provided with the following.

The incident side polarizing plates 209R, 209G, and 209B to which linear polarization of each colored light of R, G, and B separated with the dichroic mirrors 206R, 206G, and 206B is carried out.

The liquid crystal panels 210R, 210G, and 210B of the monochrome spatially modulated according to the picture which displays each colored light by which linear polarization was carried out with these incident side polarizing plates 209R, 209G, and 209B, respectively.

The emitting side polarizing plates 211R, 211G, and 211B which make only the light which polarized in the predetermined direction among the lights spatially modulated with these liquid crystal panels 210R, 210G, and 210B penetrate.

The projector lens 213 which projects the light compounded by the dichroic prism 212 for color composition which compounds each colored light which penetrated these emitting side polarizing plates 211R, 211G, and 211B, and this dichroic prism 212 for color composition on the screen 111.

[0025]Here, the projector lens 213 corresponds to the "projecting means" in this invention.

[0026]The dichroic prism 212 for color composition is carrying out cube shape. This dichroic prism 212 for color composition has the three entrance planes 212R, 212G, and 212B into which each colored light of R, G, and B enters, respectively. The incident side polarizing plate 209R, the liquid crystal panel 210R, and the emitting side polarizing plate 211R are arranged so that the one entrance plane 212R of this dichroic prism 212 for color composition may be countered. The incident side polarizing plate 209G, the liquid crystal panel 210G, and the emitting side polarizing plate 211G are arranged so that other entrance planes 212G which intersect perpendicularly with the entrance plane 212R in the dichroic prism 212 may be countered. On the other hand, the incident side polarizing plate 209B, the liquid crystal panel 210B, and the emitting side polarizing plate 211B are arranged so that other entrance planes 212B parallel to the entrance plane 212R in the dichroic prism 212 for color composition may be countered.

[0027]The liquid crystal panels 210R, 210G, and 210B (hereafter, these are named generically and it is described as the liquid crystal panel 210.) are the liquid crystal display elements of the transmission type micro-lens method which does not use a light filter, and perform the alternative abnormal conditions according to a picture signal to each colored light which entered. The pixel substrate (not shown) in which the picture element electrode (not shown in this figure) in which two-dimensional arrangement of this liquid crystal panel 210 was carried out regularly was formed. It is constituted including the liquid crystal layer (not shown) arranged so that between (it not illustrating) with a counter substrate, pixel substrates, and counter substrates which have been arranged as countered with this pixel substrate may be filled.

[0028]Here, the liquid crystal panel 210 corresponds to the "optical modulator" in this invention.

[0029]Drawing 2 is a sectional view showing the important section structure of the liquid crystal panel 210a which is an example of 1 composition of the liquid crystal panel 210 in drawing 1. By the following explanation, the front-face side shall mean the entrance plane side of light, and the rear-face side shall mean the emission face side of light.

The liquid crystal panel 210a shown in this figure is provided with the following.

Pixel substrate 10.

The counter substrate 20 by which opposite allocation was carried out by separating prescribed distance at the front-face side (entrance plane side of the incident light 1) of this pixel substrate 10.

The liquid crystal layer 30 put between the pixel substrate 10 and the counter substrate 20.

The liquid crystal is closed between the pixel substrate 10 and the counter substrate 20 by the seal part 40 by the liquid crystal layer 30.

[0030]Here, the liquid crystal layer 40 mainly corresponds to the optical modulation means in this invention.

[0031]The pixel substrate 10 is provided with the following.

Glass substrate 11.

The picture element electrode part 13 of a large number arranged regularly (periodically) as touched the front-face side of this glass substrate 11 with the liquid crystal layer 30.

The black matrix part 12 in which the switching element for impressing picture signal voltage to each of these picture element electrode parts 13, respectively, wiring, etc. were formed.

Here, as a switching element, TFT is used, for example. This black matrix part 12 is shaded with the metal membrane etc. which are not illustrated, and TFT malfunctions by optical exposure.

[0032]The counter substrate 20 is provided with the following.

The counterelectrode 21 by which opposite allocation was carried out at the picture element electrode part 13.

Two or more micro lenses 22 by which the placed opposite was carried out to the picture element electrode part 13 every picture element electrode part 13.

The glass substrate 24 arranged via the transparent resin layer 23 at the convex side of this micro lens 22.

For example, lens formation of the micro lens 22 is carried out by wet etching or dry etching in a part of counter substrate 20. The resin layer 23 is a layer formed by being filled up with the resin (for example, resist, acrylic resin, epoxy system resin, silicon system resin, or fluororesin etc.) in which refractive indices differ, after carrying out lens formation of the micro lens 22 by etching etc. A microlens array is formed of the micro lens 22 and the resin layer 23 of these plurality. As for the rear-face side of this microlens array, it is ground, for example using the CMP method (chemical machinery grinding method) etc., and the counterelectrode 21 is formed on it. In this case, after forming a transparent diacid-ized silicone film etc. on a microlens array, it may be made to form the counterelectrode 21 on it, in order to improve the adhesion of the counterelectrode 21 to a microlens array. The counterelectrode 21 is formed, for example with transparent conducting films, such as ITO (Indium Tin Oxide), and is being fixed to fixed potential (for example, earth potentials). This counterelectrode 21 is vapor-deposited by the microlens array by sputtering process, for example.

[0033]The micro lens 22 has two or more lenses to the one picture element electrode part 13. For example, the micro lens 22 is constituted to the one picture element electrode part 13 by four lenses arranged in the shape of a tetragonal lattice. By a diagram, only the section of the two micro lenses 22a and 22b is shown about the one picture element electrode part 13 among four lenses arranged in the shape of a tetragonal lattice. Thus, in the example shown in drawing 2, since the micro lens 22 comprises two or more lenses to the one picture element electrode part 13, the curved surface divided into plurality to the one picture element electrode part 13 will be formed. Each curved surface of this micro lens 22 consists of a near [a surface of a sphere or a surface of a sphere]-shaped aspheric surface. It may be made to arrange many [that it is few or] numbers of lenses from four not only to the composition which arranges four lenses to the one picture element electrode part 13 but to the one picture element electrode part 13.

[0034]Drawing 3 is a top view showing the condensing characteristic by the micro lens 22 shown in drawing 2. This figure shows typically the condensing image which condenses in the one picture element electrode part 13 with the micro lens 22. The dotted line 51 in a figure is equivalent to the parting line (boundary line) of two or more lenses which constitute the micro lens 22. As shown in this figure, two or more condensing circular images 50a, 50b, 50c, and 50d are formed in the one picture element electrode part 13 in the shape of a tetragonal lattice with the micro lens 22.

[0035]Drawing 4 is an explanatory view for comparing with the micro lens in the conventional liquid crystal panel the micro lens 22 in the liquid crystal panel 210a shown in drawing 2. This figure shows only the micro lens corresponding to 1 pixel. In this figure, the portion shown with the two-dot chain line shows the conventional micro lens 52. In the case of the liquid crystal panel applied to the image projection display of 3 board methods, by the former, the micro lens 52 is arranged at one rate to 1 pixel. On the other hand, the micro lens 22 of this embodiment shown in drawing 2 is constituted by two or more lenses to the one picture element electrode part 13 as mentioned above. Thereby, thickness t1 of the whole micro lens 22 can be made small to the thickness t2 of the conventional micro lens 52, making condensing performance equivalent. Therefore, as for the liquid crystal panel 210a shown in drawing 2, slimming down is attained compared with the former.

[0036]Next, other examples of composition of the liquid crystal panel 210 shown in drawing 1 are explained. Drawing 5 is a sectional view showing the important section structure of the liquid crystal panel 210b as other examples of composition of the liquid crystal panel 210. In this figure, identical codes shall be given to the liquid crystal panel 210a and identical configuration element which were shown in drawing 2, and explanation shall be omitted suitably. The liquid crystal panel 210b shown in this figure is replaced with two or more micro lenses 22 which can be set to the liquid crystal panel 210a shown in drawing 2, and is provided with two or more micro lenses 60. As for this micro lens 60, one lens is formed to the one picture element electrode part 13. Each micro lens 60 is constituted to the one picture element electrode part 13 by the lens with two or more curvature. Each micro lens 60 differs [periphery / 62 / the center section 61 and] in curvature, for example. In the example of this figure, flattening of the center section 61 is carried out, and the curved surface for condensing the incident light 1 to the periphery 62 is formed. The curved surface of the periphery 62 consists of a near [a surface of a sphere or a surface of a sphere]-shaped aspheric surface. Thus, thickness of a lens can be made small to the thickness of the micro lens in the conventional liquid crystal panel by carrying out flattening of the center section 61 of the micro lens 60.

Therefore, as for the liquid crystal panel 210b shown in drawing 5, slimming down is attained compared with the former.

[0037]Drawing 6 is a top view showing the condensing characteristic by the micro lens 60 shown in drawing 5. This figure shows typically the condensing image which condenses in the one picture element electrode part 13 with the micro lens 60. As shown in this figure, the annular condensing image 63 is formed in the one picture element electrode part 13 by operation of the curved surface formed in the periphery 62 of the micro lens 60. The light which entered into the center section 61 arrives at the center section of the picture element electrode part 13 as it is.

[0038]In the micro lens 60 shown in drawing 5, flattening of the center section 61 may not be carried out thoroughly, but the curved surface of curvature which is different in the periphery 62 may constitute. Flattening of each center section of the lens divided into plurality to the one picture element electrode part 13 is carried out like the micro lens 60, and it may be made to constitute it in the micro lens 22 shown in drawing 2. Thereby, further slimming down of the liquid crystal panel 210 can be attained.

[0039]Next, the more concrete example of composition of the liquid crystal panel 210 is explained. Usually, when the using form is a frontal system in the liquid crystal projector of 3 board methods, the angle component of the light which enters into a liquid crystal panel is about $\sim 10^\circ$ degrees. Therefore, also in the portion to which flattening of the center section 61 in the micro lens 60 shown in drawing 5 was carried out, for example, the incidence ingredient of light will have about $\sim 10^\circ$ -degree angular distribution.

[0040]Drawing 7 is a characteristic figure for explaining the example of the angular dependence of the light which enters into the liquid crystal panel 210. In this figure, the vertical axis shows the relative intensity of the incident light which enters into the liquid crystal panel 210, and the horizontal axis shows the degree of incidence angle. Especially this figure shows the example of intensity distribution of the incident light in the liquid crystal panel 210a of composition of having been shown in drawing 2 as the liquid crystal panel 210. This example of intensity distribution corresponds to the luminous-intensity distribution on which it is projected by the counter substrate 20 on the picture element electrode part 13. The luminous-intensity distribution which enters into the liquid crystal panel 210a has about $\sim 10^\circ$ -degree angle component like the curve shown with the numerals 71. Therefore, it is necessary to design the micro lens in the liquid crystal panel 210 in consideration of this angular distribution. By a diagram, the angle component shows simultaneously the example (curve shown with the numerals 72) which is about $\sim 8^\circ$ degrees.

[0041]Here, with reference to drawing 8, the concrete designing method in consideration of the angle component of light is explained about the liquid crystal panel 210 in this embodiment. Here, like the micro lens 60 shown in drawing 5, one lens is arranged at the one picture element electrode part 13, and the case where the liquid crystal panel which has the micro lens 70 in which the flat part 73 was formed in the central part of a lens is designed is explained to an example. In drawing 8, identical codes are given to the liquid crystal panel 210b and identical configuration element which were shown in drawing 5. In this figure, (A) shows the section structure of a liquid crystal panel like drawing 5, and (B) shows the top view which looked at micro-lens 70 portion from the incidence side of light. As shown in the figure, here, The size of the one micro lens 70. The size of D_2 and the one black matrix part 12 for the distance between dc and the black matrix part 12 from the flat part 73 of D_3 and the micro lens 70.

[the distance between the liquid crystal layers 30 in the boundary part 74 with D_1 and the adjacent micro lens 70]

Distance to the pars basilaris ossis occipitalis of the picture element electrode part 13 is set to d. Horizontal distance between the incident light 2 and the curvature variation point 75 which entered a horizontal distance between the peripheral edge (curvature variation point 75) of the flat part 73 of the micro lens 70 and the black matrix part 12 with x and the degree theta of incidence angle is set to y.

[0042]The relation of $x/d < \tan \theta$ is realized in the liquid crystal panel shown in this figure. Since $\tan 10^\circ$ is about 0.176 supposing the degree theta of incidence angle is 10 degrees at this time, the relation between $x/0.176 < d$ is realized. Here, it will be set to $x < 3.5$ micrometers supposing the distance d is 20 micrometers. It will be set to distance $y < x + 2 \text{ micrometer} = 5.5 \text{ micrometer}$ supposing size D_3 of the black matrix part 12 is 4 micrometers.

[0043]Supposing distance D_1 which is temporarily equivalent to a length of one side of the picture element electrode part 13 is 20 micrometers and the fundamental shape of the micro lens 70 is a ball, the ball radii r of this lens are $20\sqrt{2}/2$, and are about 14 micrometers. Here, the incident light 2 has further to the angle component which is $\sim 10^\circ$ degrees, and if it assumes that they are $x = 3.5$ micrometers and $d = 20$ micrometers, the distance dc will become good at about 6 micrometers.

[0044]Drawing 9 is a lineblock diagram showing the important section structure of the liquid crystal panel 210c which is an example of 1 design by the above designing methods. In this figure, (A) shows the section structure of the liquid crystal panel 210c, and (B) shows the top view which looked at micro-lens 80 portion from the incidence side of light. In this figure, identical codes are given to the liquid crystal panel and identical configuration element which were shown in drawing 8. The designed value of each part of this liquid crystal panel 210c is as follows. The distance da is the distance between the flat part 73 of the micro lens 80, and the boundary part 74. Distance y_1 is a horizontal distance between the curvature variation point 75 of the micro lens 80, and the boundary part 74, and distance y_2 is a horizontal distance between the curvature variation point 75 of the micro lens 80, and lens center O. The angle alpha is an angle on the basis of lens center O between the curvature variation point 75 of the micro lens 80, and the boundary part 74. The micro lens 80 and the resin layer 23 are formed with the resin (for example, resist, acrylic resin, epoxy system resin, silicon system resin, or fluororesin etc.) in which refractive indices differ,

respectively. The resin layer 23 is formed by being filled up with the resin in which these refractive indices differ, after carrying out lens formation of the micro lens 80 by etching etc. Refractive-index n_2 of the micro lens 80 is larger than refractive-index n_1 of the resin layer 23.

[0045]

$r = 14.1$ -micrometer distance d_a in radius of the micro lens 80 = the 11.2 -micrometer distance $d_c = 4$ -micrometer distance $y_1 = 5.5$ -micrometer distance $y_2 = 8.6$ -micrometer angle of $\alpha = 52$ degrees[0046]Drawing 10 is a lineblock diagram showing the important section structure of the liquid crystal panel 210d which are other examples of a design by the above designing methods. In this figure, (A) shows the section structure of the liquid crystal panel 210d, and (B) shows the top view which looked at micro-lens 280 portion from the outgoing radiation side (rear-face side) of light. In this figure, identical codes are given to the liquid crystal panel 210c and identical configuration element which were shown in drawing 9. In this liquid crystal panel 210d, the micro lens 280 has two or more lenses to the one picture element electrode part 13. As shown in (B) of the figure, more specifically, the micro lens 280 is constituted to the one picture element electrode part 13 by the four lenses 280a, 280b, 280c, and 280d arranged in the shape of a tetragonal lattice. However, these micro lenses 280 differ in the micro lens 22 shown in drawing 2, and the lens serves as shape **** to the outgoing radiation side of light, and the flat part 73 is formed in the center section of the whole lens like the micro lens 80 shown in drawing 9. That is, in the example of this figure, the micro lens 280 has the composition that the both sides of division of a lens and flattening were performed, to the one picture element electrode part 13. By flattening of this micro lens 280, it can contribute to slimming down of a lens, and the situation where the depth of the convex of a lens becomes deep too much, and control of gap thickness becomes difficult to the liquid crystal layer 30 can be prevented.

[0047]About the fundamental portion of the designed value of each part of the liquid crystal panel 210d, it is the same as that of the liquid crystal panel 210c shown in drawing 9. For example, about the distance d_a , d_c , y_1 , and y_2 , it is the same as that of the liquid crystal panel 210c. The distance d_c here is the distance between the flat part 73 of the micro lens 280, and the liquid crystal layer 30. The micro lens 280 and the resin layer 23 are formed with the resin in which refractive indices differ, respectively. About the formation method of the micro lens 280 and the resin layer 23, it is the same as that of the liquid crystal panel 210c shown in drawing 9.

[0048]Next, an operation of the image projection display of the above composition is explained.

[0049]First, an operation of the whole image projection display is explained with reference to drawing 1. As for the white light emitted from the light source 201, ultraviolet rays and infrared rays are removed by UV / IR cut filter 202. And the light which penetrated this UV / IR cut filter 202 is diffused in the integrator 203, and is emitted as an almost parallel light by which the illuminance distribution of light was equalized. The parallel beam emitted from this integrator 203 is emitted as a parallel beam of prescribed width by the collimating lens 205 which formed the telecentric optical system with the relay lens 204, once it is condensed with the relay lens 204.

[0050]The parallel beam emitted from the collimating lens 205 is selectively separated into the colored light of three colors of R, G, and B used as the foundations of color specification by operation of the dichroic mirrors 206R, 206G, and 206B. After linear polarization of each separated colored light of R, G, and B is carried out with the incident side polarizing plates 209R, 209G, and 209B, it enters into the liquid crystal panels 210R, 210G, and 210B, respectively. The liquid crystal panels 210R, 210G, and 210B become irregular spatially, and emit the light which entered. The light which emitted the liquid crystal panels 210R, 210G, and 210B enters into the emitting side polarizing plates 211R, 211G, and 211B. Each colored light which penetrated the emitting side polarizing plates 211R, 211G, and 211B enters into the entrance planes 212R, 212G, and 212B of the dichroic prism 212 for color composition, respectively. After color composition is carried out by operation of the dichroic prism 212 for color composition, it is projected on each colored light which entered into the entrance planes 212R, 212G, and 212B of the dichroic prism 212 for color composition by the screen 111 with the projector lens 213.

[0051]Next, an operation of the liquid crystal panel 210 is explained. First, with reference to drawing 2 and drawing 3, an operation of the liquid crystal panel 210a which is an example of 1 composition of the liquid crystal panel 210 is explained. Especially in the following, the operation which the incident light 1 which enters into the one picture element electrode part 13 receives is explained.

[0052]As shown in drawing 2, the incident light 1 which entered into the liquid crystal panel 210a penetrates the glass substrate 24 of the counter substrate 20, with the micro lens 22, passes the liquid crystal layer 30 and the picture element electrode part 13 in response to a condensing operation, and connects a focus with the inside of the glass substrate 11 of the pixel substrate 10. The condensing position of the light by the micro lens 22 may be not on the inside of the glass substrate 11 but on the picture element electrode part 13. The incident light 1 receives spatial abnormal conditions according to the picture signal voltage impressed to the picture element electrode part 13, while passing the liquid crystal layer 30.

[0053]To the one picture element electrode part 13, division arrangement of the four lenses is carried out as the micro lens 22 at the shape of a tetragonal lattice, for example. The incident light 1 which entered into the liquid crystal panel 210a is condensed by each of these four lenses so that it may enter into the one picture element electrode part 13. With four lenses by which division arrangement was carried out, on the picture element electrode part 13, as shown in drawing 3, more specifically, two or more condensing circular images 50a, 50b, 50c, and 50d are formed in the shape of a tetragonal lattice. The above operation is the same about all the lights which enter into the micro lens 22.

[0054]Next, with reference to drawing 5 and drawing 6, an operation of the liquid crystal panel 210b which are other examples of composition of the liquid crystal panel 210 is explained. The operation by this liquid crystal panel 210b

is the same as an operation according to the above-mentioned liquid crystal panel 210a except for the operation by the micro lens 60. One lens is arranged to the one picture element electrode part 13, and the micro lens 60 differs [periphery / 62 / the center section 61 and] in curvature, for example. For this reason, condensing operations of light differ by the center section 61 and the periphery 62 of a lens. In the example shown in drawing 5, flattening of the center section 61 is carried out, and the curved surface for condensing the incident light 1 to the periphery 62 is formed, and it is, and as shown in drawing 6, the annular condensing image 63 is formed in the one picture element electrode part 13 by operation of the curved surface formed in this periphery 62. The light which entered into the center section 61 arrives at the center section of the picture element electrode part 13 as it is.

[0055]The overall operation is the same as that of the liquid crystal panels 210a and 210b also about the liquid crystal panels 210c and 210d shown in drawing 9 and drawing 10.

[0056]As explained above, according to this embodiment, each of the micro lens in the liquid crystal panel 210, Since it is constituted as it has several lens sides (for example, micro lens 60 shown in drawing 5) from which curvature differs, or two or more lens sides (for example, micro lens 22 shown in drawing 2) which were divided, Slimming down of a micro-lens portion can be attained and it becomes easy to carry out control of the gap thickness by change of the coefficient of thermal expansion of the substrate which constitutes a micro lens, and an elastic modulus. Thereby, since equalization of gap thickness can be attained, it becomes possible to lessen the irregular color by dispersion in gap thickness, and to perform quality image display. Especially in the micro lens 280 shown in drawing 10. Since flattening of a lens center section is attained and the convex of the lens was arranged to the liquid crystal layer 30 side, in spite of arranging the convex of the lens at the liquid crystal layer 30 side, the depth of the boundary part of a lens does not become deep too much to the liquid crystal layer 30, and it is easy to carry out control of gap thickness.

[0057]According to this embodiment, like before, constitute a micro lens only from a lens of single curvature, and. Since composition to which one lens is made to correspond at the one picture element electrode part 13 is not taken, compared with the former, the design flexibility of a lens including a focal distance, thickness, etc. can be raised.

[0058][A 2nd embodiment] Next, a 2nd embodiment of this invention is described. This invention is applicable not only to 3 board methods but the image projection display of a single plate method. This embodiment explains the case where this invention is applied to the image projection display of a single plate method.

[0059]Drawing 11 expresses the outline composition of the optical system of the image projection display concerning a 2nd embodiment of this invention, and shows the state where the device was looked down on from right above. In this figure, in order to avoid complicatedness, only the course of a main beam of light is drawn and others are omitted. This image projection display is provided with the following.

The light source 1 which is constituted as a liquid crystal projector of a single plate method which does not use a light filter, and emits white light.

UV / IR cut filter 302 from which the light of ultraviolet [which is contained in the white light emitted from this light source 1] and an infrared region is removed

The integrator 303 which emits the parallel beam which is made to diffuse the light which penetrated this UV / IR cut filter 302, and by which the illuminance distribution of light was equalized.

The relay lens 304 which condenses the parallel beam emitted from this integrator 303, and forms a light source image, and the collimating lens 305 which emits again the light which formed the telecentric optical system and was condensed with the relay lens 304 with this relay lens 304 as a parallel beam of prescribed width.

[0060]The light source 301 is constituted including a photogen and a concave mirror symmetrical with rotation. As a photogen, the lamp of a metal halide system is used, for example. The thing of shape with the sufficient condensing efficiency as much as possible as a concave mirror is good, for example, an ellipsoid-of-revolution mirror, a paraboloid-of-revolution mirror, etc. are used. The integrator 303 is for equalizing the field illumination from within degree distribution in the liquid crystal panel 308 which is made to diffuse the white light emitted from the light source 301, and is mentioned later, For example, it is constituted by one pair of lens arrays (fly eye lens) which arranged and formed many micro lenses, or the glass rod.

[0061]This image projection display is provided with the following.

The dichroic mirror 306 which separates into the colored light of three colors of B, R, and G used as the foundations of color specification selectively, and emits the parallel beam emitted from the collimating lens 305 to it.

The incident side polarizing plate 307 to which linear polarization of each of the colored light of three colors of B, R, and G which were separated with this dichroic mirror 306 is carried out.

The liquid crystal panel 308 spatially modulated according to the picture which displays the colored light of three colors of B, R, and G by which linear polarization was carried out with this incident side polarizing plate 307.

The emitting side polarizing plate 309 which makes only the light which polarized in the predetermined direction among the lights spatially modulated with this liquid crystal panel 308 penetrate, and the projector lens 310 which projects the light which penetrated this emitting side polarizing plate 309 on the screen 311.

[0062]Here, the projector lens 310 corresponds to the "projecting means" in this invention. The liquid crystal panel 308 corresponds to the "optical modulation means" in this invention.

[0063]The dichroic mirror 306 has three mirrors, the mirror 306B for B, the mirror 306R for R, and the mirror 306G for G, which reflect each colored light of B, R, and G selectively, respectively. The mirrors 306B, 306R, and 306G have the color adjustment maintaining structure (not shown) for setting the incidence angle of each colored light of

R, G, and B which enter from a direction different, respectively as the liquid crystal panel 308.

[0064]The liquid crystal panel 308 is a liquid crystal display element of the transmission type micro-lens method which does not use a light filter, and performs the alternative abnormal conditions according to a picture signal to each colored light reflected with the dichroic mirror 306. The pixel substrate (not shown) in which the picture element electrode (not shown in this figure) in which two-dimensional arrangement of this liquid crystal panel 308 was regularly carried out corresponding to each color of B, R, and G was formed. It is constituted including the liquid crystal layer (not shown) arranged so that between (it not illustrating) with a counter substrate, pixel substrates, and counter substrates which have been arranged as countered with this pixel substrate may be filled.

[0065]Drawing 12 is a sectional view showing the example of 1 composition of the liquid crystal panel 308 in drawing 11. In the following explanation, the same numerals are given to the same portion as the component in the liquid crystal panel 210a shown in drawing 2, and explanation is omitted suitably. The liquid crystal panel 308 shown in this figure is provided with the following.

Pixel substrate 101.

The counter substrate 102 by which opposite allocation was carried out by separating prescribed distance at the front-face side (entrance plane side of the incident light R, G, and B) of this pixel substrate 101.

[0066]The pixel substrate 101 is provided with the picture element electrode part 91 of a large number arranged regularly (periodically) as touched the front-face side of the glass substrate 11 with the liquid crystal layer 30. The picture element electrode part 91 is assigned to one colored light of B, R, and G. Here, if the picture element electrode part 91 for each colored light of B, R, and G will be described as 91B, 91R, and 91G, respectively, the iterative array is made in an order of [in accordance with one direction (direction which tends toward the left from the right by a diagram)] 91B, 91R, and 91G in each picture element electrode part 91. Below, the group of the three picture element electrode parts 91B, 91R, and 91G is generically called the picture element electrode part 91 of one group.

[0067]The counter substrate 102 is provided with two or more micro lenses 90 by which the placed opposite was carried out to the picture element electrode part 91 every picture element electrode part 91 of one group. Three light flux, B, G, and R, acquired from white light by carrying out color separation with the dichroic mirrors 306B, 306R, and 306G (drawing 11) enters into this micro lens 90 from a mutually different direction. Each colored light of B, R, and G which entered into this micro lens 90 enters into the picture element electrode parts 91B, 91R, and 91G, respectively. Each micro lens 90 is constituted to the picture element electrode part 91 of one group by the lens with two or more curvature. Each micro lens 90 differs [periphery / the center section and] in curvature, for example. In the example of this figure, the curvature of the lens side of a periphery is small to the center section. That is, each micro lens 90 has power with the bigger lens side of a periphery. This micro lens 90 explains the operation given to the light which entered in full detail with reference to drawing 13 behind.

[0068]It is also possible to use the same lens as the composition of the micro lens in the liquid crystal panel 210 of a 1st embodiment of the above as a micro lens in the liquid crystal panel 308. It is also possible to use the same lens as the composition of the micro lens in the liquid crystal panel 308 of this embodiment conversely as a micro lens in the liquid crystal panel 210 of a 1st embodiment of the above.

[0069]Next, an operation of the image projection display of the above composition is explained.

[0070]First, an operation of the whole image projection display is explained with reference to drawing 11. As for the white light emitted from the light source 301, ultraviolet rays and infrared rays are removed by UV / IR cut filter 302. And the light which penetrated this UV / IR cut filter 302 is diffused in the integrator 303, and is emitted as an almost parallel light by which the illuminance distribution of light was equalized. The parallel beam emitted from this integrator 303 is emitted as a parallel beam of prescribed width by the collimating lens 305 which formed the telecentric optical system with the relay lens 304, once it is condensed with the relay lens 234.

[0071]The parallel beam emitted from the collimating lens 305 is selectively separated into the colored light of three colors of R, G, and B used as the foundations of color specification by operation of the dichroic mirrors 306R, 306G, and 306B. The dichroic mirrors 306R, 306G, and 306B reflect each separated colored light in mutually different angular orientation. Thus, after linear polarization of each colored light of R, G, and B reflected in angular orientation which is separated by the dichroic mirrors 306R, 306G, and 306B, and is mutually different is carried out with the incident side polarizing plate 307, it enters from a direction which is different in the liquid crystal panel 308, respectively. The liquid crystal panel 308 becomes irregular spatially, and emits the light which entered. The light which emitted the liquid crystal panel 308 enters into the emitting side polarizing plate 309. It is projected on each colored light which penetrated the emitting side polarizing plate 309 by the screen 311 with the projector lens 310.

[0072]Next, an operation of the liquid crystal panel 308 is explained with reference to drawing 12. Especially in the following, the operation which the incident light which enters into the picture element electrode part 91 of one group receives is explained.

[0073]As shown in drawing 12, each incident light of B, R, and G which entered from a direction which is different in the liquid crystal panel 308. The glass substrate 24 of the counter substrate 102 is penetrated, the liquid crystal layer 30 and the picture element electrode part 91 are passed in response to a condensing operation with the micro lens 90, and a focus is connected to a position which is different for every color inside the glass substrate 11 of the pixel substrate 101. The condensing position of the light by the micro lens 90 may be not on the inside of the glass substrate 11 but on the picture element electrode part 91. Each incident light of B, R, and G which entered into the micro lens 90 enters into the picture element electrode parts 91B, 91R, and 91G for each colors. Each incident light of B, R, and G receives spatial abnormal conditions according to the picture signal voltage impressed to the picture

element electrode parts 91B, 91R, and 91G for each colors, while passing the liquid crystal layer 30.

[0074]Next, with reference to drawing 13, an operation of the micro lens 90 is explained in full detail. The figure shows only on behalf of the course of R light as incident light. In a figure, the portion shown with the numerals 90 extends and shows the circle of the center section of the micro lens 90 from a center section, without changing the curvature, and is a portion equivalent to the conventional lens as a comparative example of the micro lens 90.

[0075]One lens is arranged to the picture element electrode part 91 of one group, and the micro lens 90 differs [periphery / the center section and] in curvature. For this reason, condensing operations of light differ by the center section and periphery of a lens. In the example shown in this figure, the curvature of the lens side of a periphery is small bordering on the curvature variation point 90b to the center section, and it has power with the bigger lens side of a periphery. According to this micro lens 90, the focal distance itself is effective in so to speak bending the incident light 3c included in a periphery in the lens center section like a spherical aberration, without making it change not much. For this reason, it can be made to enter effectively in the lens constituted from single curvature like before about the incident light 3b of the periphery which was not able to be entered effective in the picture element electrode part 91 as well as the incident light 3a of a center section. For this reason, it becomes possible from a periphery to use more effectively than before the light volume which enters into the picture element electrode part 91. According to this micro lens 90, it is effective in it being effective in reducing the light leaking to the adjoining picture element electrode part 91, lessening mixed colors, and contributing also to improvement in color purity with the effect of light volume increase over a single plate-type liquid crystal panel, like this embodiment, especially.

[0076]As explained above, according to this embodiment, also to the image projection display of a single plate method, slimming down of the micro-lens portion in the liquid crystal panel 308 can be attained, and it becomes easy to carry out control of the gap thickness by change of the coefficient of thermal expansion of the substrate which constitutes a micro lens, and an elastic modulus. Thereby, since equalization of gap thickness can be attained, it becomes possible to lessen luminosity unevenness by dispersion in gap thickness, and to perform quality image display.

[0077]The composition of others in this embodiment, the operation, and the effect are the same as that of a 1st embodiment of the above.

[0078]This invention is not limited to each above-mentioned embodiment, but various modification implementation is possible for it. For example, as a using form of the image projection display of this invention, it may be which gestalt of the rear method which projects a picture from the rear face of a screen, and the frontal system which projects a picture from the front face of a screen. This invention can be applied not only to a transmission type liquid crystal panel but to a reflection type liquid crystal panel. It may be the composition that the cover glass has been arranged about the composition of a liquid crystal panel between a liquid crystal layer and the layer in which the micro lens was provided, for example.

[0079]

[Effect of the Invention]As explained above, according to the optical modulator according to any one of claims 1 to 3 or the image projection display according to any one of claims 4 to 6, a group matched with two or more picture element electrodes which were matched with each of at least one colored light, and were arranged in two dimensions, one picture element electrode, or two or more colored light -- a placed opposite being carried out for every picture element electrode, and. Since each was provided with two or more micro lenses which have several lens sides from which curvature differs, or two or more lens sides which were divided, and the optical modulation means which modulates the colored light into which it entered according to the picture signal impressed to a picture element electrode, Slimming down of a micro lens can be attained and it becomes easy to carry out control of gap thickness. Thereby, since equalization of gap thickness can be attained, the effect of becoming possible to perform quality image display with few luminosity unevenness and irregular colors is done so.

[0080]According to the optical modulator according to claim 3 or the image projection display according to claim 6, carry out flattening of each center section of two or more micro-lens portions, and. Further, since this field by which flattening was carried out was arranged to the liquid crystal layer side which constitutes an optical modulation means, even if it arranges the convex side of a micro lens to the liquid crystal layer side, the depth of the convex of a lens does not become deep too much to a liquid crystal layer, and the effect of becoming easy to carry out control of gap thickness is done so.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a top view showing the entire configuration of the image projection display concerning a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 2] It is a sectional view showing the example of 1 composition of the liquid crystal panel in the image projection display shown in drawing 1.

[Drawing 3] It is a top view showing the condensing characteristic by the micro lens in the liquid crystal panel shown in drawing 2.

[Drawing 4] It is an explanatory view for comparing with the micro lens in the conventional liquid crystal panel the micro lens in the liquid crystal panel shown in drawing 2.

[Drawing 5] It is a sectional view showing other examples of composition of the liquid crystal panel in the image projection display shown in drawing 1.

[Drawing 6] It is a top view showing the condensing characteristic by the micro lens in the liquid crystal panel shown in drawing 5.

[Drawing 7] It is a characteristic figure showing the example of the angular dependence of the light which enters into the liquid crystal panel in the image projection display shown in drawing 1.

[Drawing 8] It is an explanatory view for explaining the designing method for designing concretely the liquid crystal panel in the image projection display shown in drawing 1 in consideration of the angle component of light.

[Drawing 9] It is a lineblock diagram showing the important section structure of the liquid crystal panel which is an example of 1 design by the designing method explained using drawing 8.

[Drawing 10] It is a lineblock diagram showing the important section structure of the liquid crystal panel which are other examples of a design by the designing method explained using drawing 8.

[Drawing 11] It is a top view showing the entire configuration of the image projection display concerning a 2nd embodiment of this invention.

[Drawing 12] It is a sectional view showing the important section structure of the liquid crystal panel in the image projection display shown in drawing 11.

[Drawing 13] It is an explanatory view for explaining the condensing characteristic of the micro lens in the liquid crystal panel shown in drawing 12.

[Drawing 14] It is a sectional view showing the example of 1 composition of the conventional liquid crystal panel.

[Drawing 15] It is a sectional view showing other examples of composition of the conventional liquid crystal panel.

[Description of Notations]

10 [— A micro lens, 30 / — A liquid crystal layer, 61 / — A flat part, 210a, 210b, 210c, 210d, 210R, 210G, 210B / — A liquid crystal panel, 213, 310 / — Projector lens,] — A pixel substrate, 12 — A black matrix part, 20, 20a —
 *****22, 60 111, 311 — Screen.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

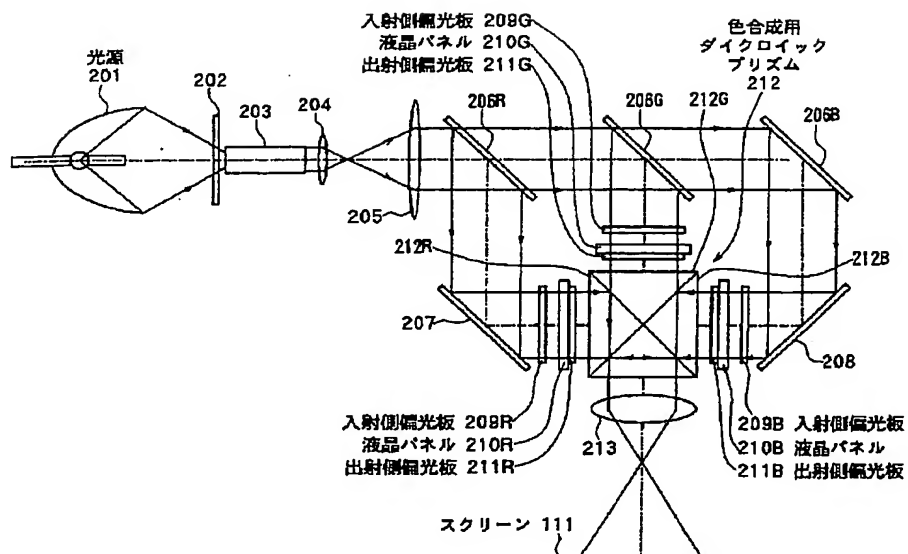
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

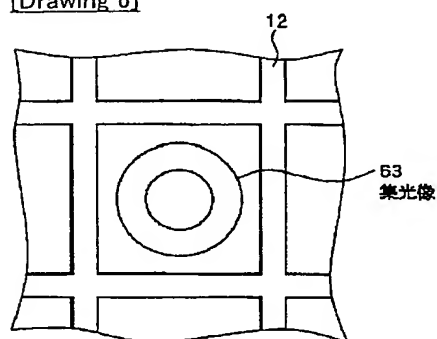
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

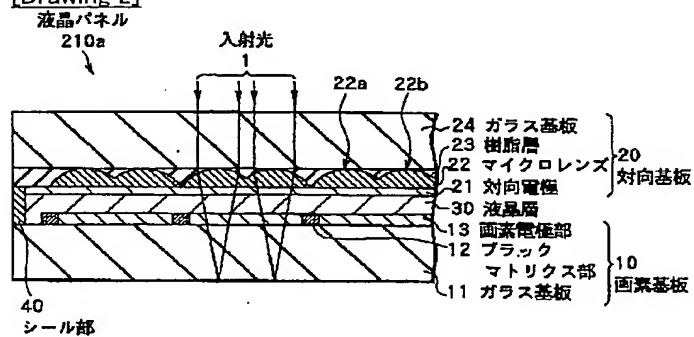
[Drawing 1]



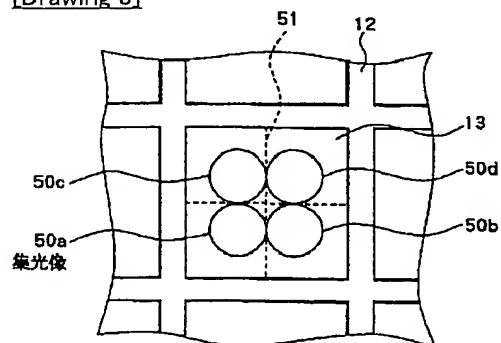
[Drawing 6]



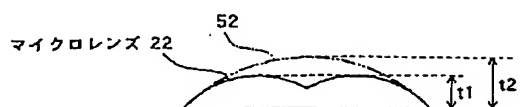
[Drawing 2]



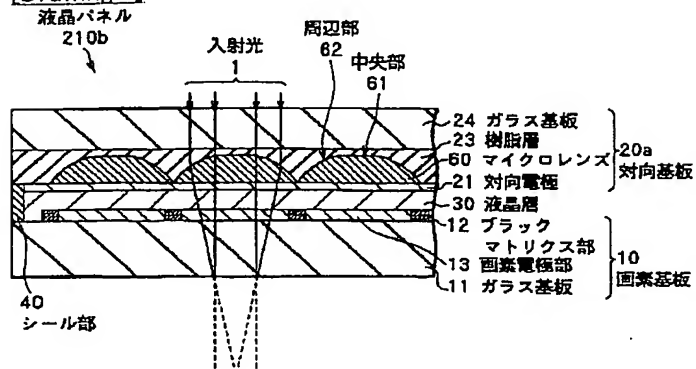
[Drawing 3]



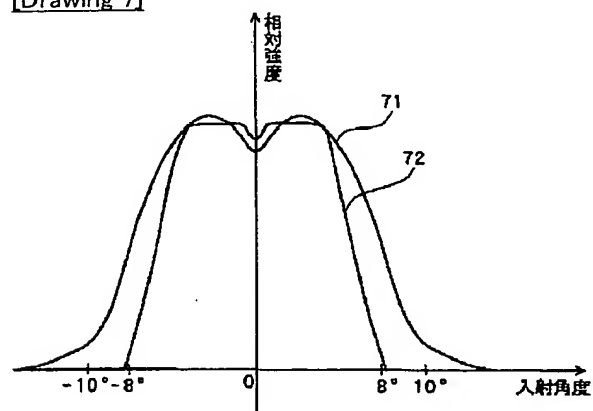
[Drawing 4]



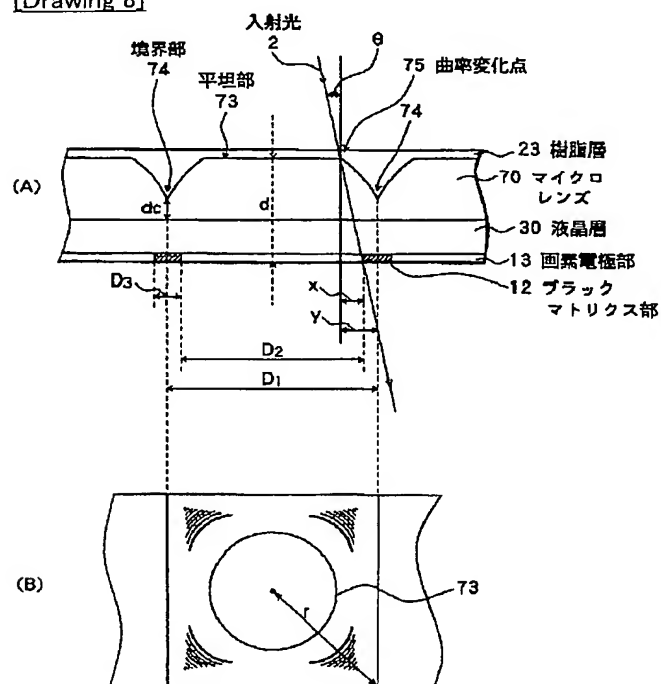
[Drawing 5]



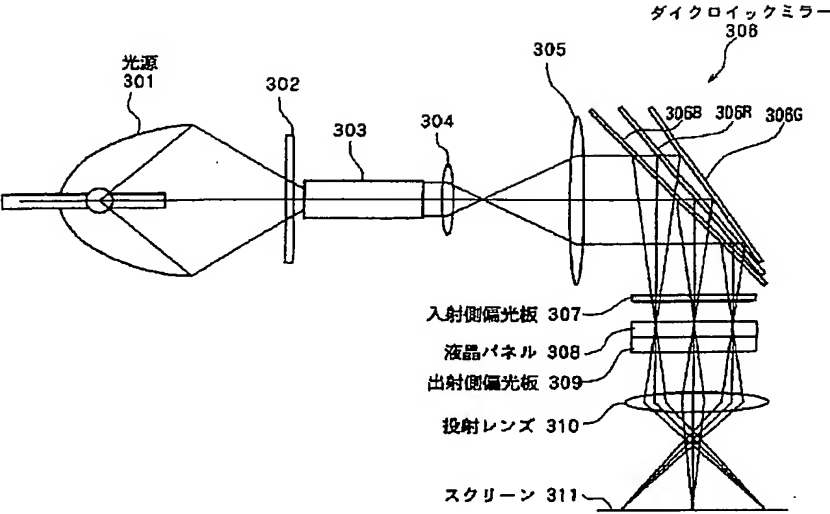
[Drawing 7]



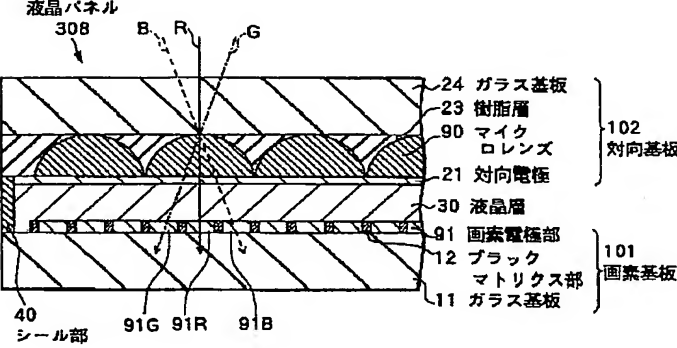
[Drawing 8]



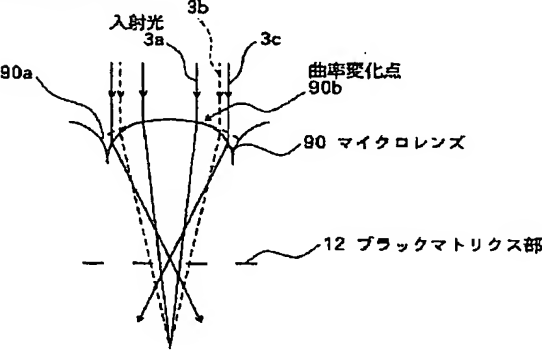
[Drawing 9]



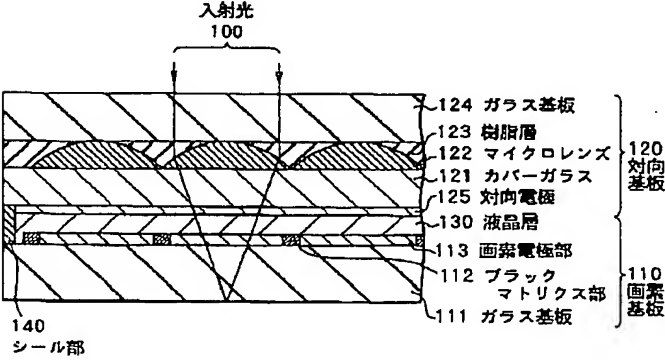
[Drawing 12]



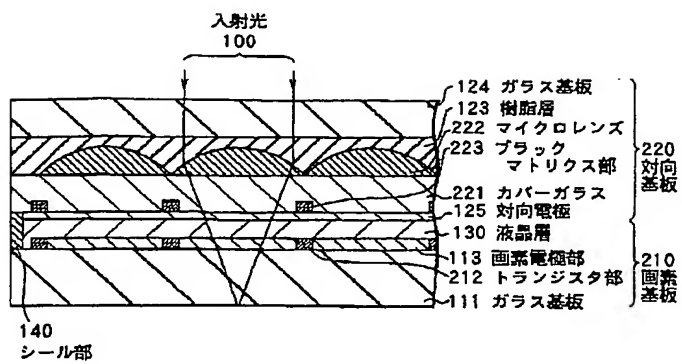
[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Drawing 15]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-193928
(P2000-193928A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	2 H 0 8 8
		1/1335	2 H 0 9 1
G 0 3 B 21/00		G 0 3 B 21/00	D 5 C 0 5 8
		33/12	
H 0 4 N 5/74		H 0 4 N 5/74	K
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-372980

(22) 出願日 平成10年12月28日 (1998. 12. 28)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 貝瀬 喜久夫

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 林 久雄

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100098785

弁理士 藤島 洋一郎

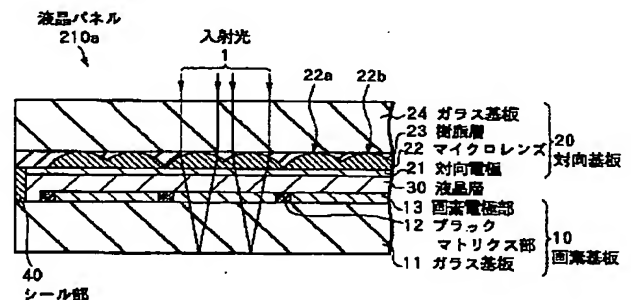
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光変調素子および画像投射表示装置

(57) 【要約】

【課題】 ギャップ厚の制御をし易くすると共に、高品質な画像表示を行うことを可能にする。

【解決手段】 液晶パネル210aに入射した入射光1は、対向基板20のガラス基板24を透過し、マイクロレンズ22によって集光作用を受けて液晶層30、画素電極部13を通過し、画素基板10のガラス基板11の内部で焦点を結ぶ。入射光1は、液晶層30を通過する間に、画素電極部13に印加された画像信号電圧に応じて空間的な変調を受ける。ここで、1つの画素電極部13に対しては、マイクロレンズ22として、例えば、正方格子状に4つのレンズが分割配置されている。液晶パネル210aに入射した入射光1は、この4つのレンズのそれぞれによって、1つの画素電極部13に入射するように集光される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一つの色光の各々に対応付けられて 2 次元的に配列された複数の画素電極と、
1 つの画素電極または複数の色光に対応付けられた一群の画素電極毎に対向配置されると共に、各々が曲率の異なる複数のレンズ面または分割された複数のレンズ面を有する複数のマイクロレンズと、
前記画素電極に印加される画像信号に応じて、入射した色光を変調する光変調手段とを備えたことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 2】 前記複数のマイクロレンズの各々の中央部が平坦化されていることを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示素子。

【請求項 3】 前記光変調手段は、液晶層によって構成され、
前記複数のマイクロレンズの平坦化された面は、前記液晶層側に配置されていることを特徴とする請求項 2 記載の液晶表示素子。

【請求項 4】 複数の色光を生成する色光生成手段と、
前記色光生成手段からの各色光に対して画像信号に応じた光変調処理を行う少なくとも一つの光変調素子と、前記光変調素子で変調された各色光をスクリーン上に投射する投射手段とを備えた画像投射表示装置であって、
前記光変調素子は、
少なくとも一つの色光の各々に対応付けられて 2 次元的に配列された複数の画素電極と、
1 つの画素電極または複数の色光に対応付けられた一群の画素電極毎に対向配置されると共に、各々が曲率の異なる複数のレンズ面または分割された複数のレンズ面を有する複数のマイクロレンズと、
前記画素電極に印加される画像信号に応じて、入射した色光を変調する光変調手段とを有することを特徴とする画像投射表示装置。

【請求項 5】 前記複数のマイクロレンズの各々の中央部が平坦化されていることを特徴とする請求項 4 記載の画像投射表示装置。

【請求項 6】 前記光変調手段は、液晶層によって構成され、
前記複数のマイクロレンズの平坦化された面は、前記液晶層側に配置されていることを特徴とする請求項 5 記載の画像投射表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像信号に応じて画素ごとに光を変調して画像表示を可能とする光変調素子およびこの変調光変調素子を用いた画像投射表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 液晶素子等の光変調素子を用いた画像表示装置には、直視型表示装置のほかに、画像をスクリー

ンに投影して表示を行う液晶プロジェクタ等の画像投射表示装置がある。この画像投射表示装置は、カラー表示に用いられる 3 つの色光を光変調素子の各色に対応する画素に導き、ここで画像信号に応じた光変調を行ったのちスクリーン上に投影させてカラー画像の表示を行うものである。このような光変調素子として液晶表示素子

(以下、液晶パネルという。)を用いた画像投射表示装置は、赤 (Red = R)、緑 (Green = G)、青 (Blue = B) の 3 色の色分離手段を備えた液晶パネルを 1 枚用いて構成した単板方式と、色分離手段を備えていない液晶パネルを R、G、B の各色光路ごとにそれぞれ配置し全体で 3 枚の液晶パネルを用いて構成した 3 板方式とに大別される。また、このような画像投射表示装置の使用形態としては、スクリーンの裏面から画像を投射するリア式と、スクリーンの前面から画像を投射するフロント式とがある。

【0003】 一般的に、液晶パネルは、規則的に 2 次元配置された画素電極が形成された画素基板と、この画素基板と対向するようにして配置された対向基板と、画素基板と対向基板との間を満たすように配置された液晶層とを含んで構成されるものである。

【0004】 近年では、このような液晶パネルを用いた画像投射表示装置の高輝度、高画質化が進んでいる。例えば、フロント式の画像投射表示装置においては、その表示規格が VGA (Video Graphics Array) から SVGA (Super VGA)、更には XGA (Extended Graphics Array) から SXGA (Super XGA) 等と高解像度化している。また、リア式の画像投射表示装置としてリア式プロジェクション TV (テレビジョン) においては、NTSC または PAL 方式等からデータ表示可能化 (Multi-Scan)、更には、HDTV (高品位テレビジョン) から HD 対応デジタル TV 対応化と高画素数化、高解像度化が必至となっている。また更に、近年では、このような高画素数化および高解像度化の要求の他に液晶パネルの小型化の要求も伴っていることが多い。

【0005】 上述のような画素密度の向上や高輝度化の要求に応えるために、近年では、対向基板にマイクロレンズアレイを設置した液晶パネルが盛んに開発されている。マイクロレンズアレイは、複数のマイクロレンズからなるものである。個々のマイクロレンズは、1 つまたは複数の画素に対応して設けられ、液晶パネルに入射した光を対応する画素に集光させるようになっている。このマイクロレンズは、集光性能の極大化を達成するために数 10 μm の大きさの画素部に集光させる必要があり、対向基板内に内蔵されているものが多い。

【0006】 図 14 は、マイクロレンズを用いた従来の液晶パネルの一構成例を示す断面図である。なお、以下の説明で、前面側とは光の入射面側をいい、後面側とは光の出射面側をいうものとする。この図に示した液晶パネルは、画素基板 110 と、この画素基板 110 の前面

10

20

30

40

50

側（入射光100の入射面側）に所定距離を隔てて対向配設された対向基板120と、画素基板110と対向基板120とによって挟まれた液晶層130とを備えている。液晶層130には、シール部140によって画素基板110と対向基板120との間に液晶が封止されている。

【0007】画素基板110は、ガラス基板111と、このガラス基板111の前面側に液晶層130と接するようにして規則的に（周期的に）配置された多数の画素電極部113と、これらの各画素電極部113に対して画像信号電圧をそれぞれ印加するためのスイッチング素子や配線等が形成されたブラックマトリクス部112とを備えている。ここで、スイッチング素子としては、例えば、薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor；以下、TFTという）が使用される。このブラックマトリクス部112は、図示しない金属膜等で遮光され、光照射によってTFTが誤動作しないようになっている。各画素電極部113は、例えば、単板方式用の液晶パネルの場合には、それぞれがB、R、Gのいずれかの色光用に割り当てられている。

【0008】対向基板120は、画素電極部113に対向配設された対向電極125と、一方の面側が対向電極125に接着されたカバーガラス121と、このカバーガラス121の他方の面側に形成された複数のマイクロレンズ122と、このマイクロレンズ122の凸面側に透明な樹脂層123を介して配置されたガラス基板124とを備えている。マイクロレンズ122は、例えば、対向基板120の一部をウェットエッチングまたはドライエッチング等によりレンズ形成されたものである。樹脂層123は、マイクロレンズ122をエッチング等によりレンズ形成した後、屈折率の異なる樹脂（例えば、レジスト、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂またはフッ素系樹脂等）を充填することにより形成された層である。これら複数のマイクロレンズ122および樹脂層123によりマイクロレンズアレイが形成される。

【0009】図15は、マイクロレンズを用いた従来の液晶パネルの他の構成例を示す断面図である。なお、この図で、図14に示した液晶パネルと同一構成要素には同一符号を付し、説明を省略するものとする。この図に示した液晶パネルは、画素基板210と、この画素基板210の前面側（入射光100の入射面側）に所定距離を隔てて対向配設された対向基板220と、画素基板210と対向基板220とによって挟まれた液晶層130とを備えている。

【0010】画素基板210には、各画素電極部113に対して画像信号電圧をそれぞれ印加するためのスイッチング素子や配線等からなるトランジスタ部212を備えている。対向基板220は、カバーガラス221を備えている。カバーガラス221には、液晶層130側にブラックマトリクス部213が内蔵されている。ブラッ

クマトリクス部213は、光を遮断するための金属膜等からなるものであり、トランジスタ部212に対応するようにして設けられている。また、対向基板220においては、ガラス基板124とカバーガラス221との間には、マイクロレンズ222が複数配置されている。このマイクロレンズ222は、樹脂層123とは異なる屈折率の少なくとも一つの樹脂を用いて形成されたものである。これら複数のマイクロレンズ222および樹脂層123によりマイクロレンズアレイが形成される。

10 【0011】これらの図に示した液晶パネルは、マイクロレンズアレイが内蔵された対向基板と画素基板とを、有効画素を除いた部分で接着樹脂（紫外線硬化型樹脂、熱硬化型樹脂またはエポキシ樹脂等）によってギャップ調整（液晶層の厚さの調整）をしながらシールし、その中に液晶を封止することによって製造される。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところで、通常、液晶パネルにおいて、液晶を封止するためのシール部には、たとえ紫外線硬化型樹脂であっても、硬化を完全にするために熱が加えられる。また、液晶パネルのその他の製造工程でも、100～200℃くらいまで加熱されることが多い。このように製造に伴って液晶パネルが加熱されると、液晶層のギャップ厚が面内で不均一になり易いという問題点がある。

20 【0013】ここで、例えば、3板方式の画像投射表示装置の場合には、3枚の液晶パネルのうち1枚でもギャップむら（液晶層の厚さの不均一性）があると、各色光の合成後の表示画像に輝度むらが生じてこれが色むらとして表れてしまうという問題点がある。また、単板方式の画像投射表示装置の場合には、表示画像に輝度むらが生じてしまうという問題点がある。このように、液晶パネルにおけるギャップむらは、液晶透過率のむらとなつてあらわれ、液晶プロジェクター等に応用した場合には、輝度むらや色むらになって、画質劣化に結びつく。このため、液晶パネルではギャップ厚の均一性が保たれていることが望ましい。

30 【0014】なお、上述したギャップ厚の不均一性の発生は、対向基板の内部に樹脂等の異物質を内蔵したことによる熱膨張率や弾性率の変化によって生ずると考えられる。従って、通常の液晶パネルの組立て時に生ずる昇温や降温時の熱ストレスがギャップ厚の不均一性の発生の起因となっていると思われる。よって、このギャップ厚の不均一性の問題に対する対策としては、マイクロレンズアレイにおける樹脂層をできるだけ薄くして、熱ストレスの影響を低減させることが望ましい。

40 【0015】ところで、特開昭62-94826号（特許番号第2754529号）公報には、一対の基板間に液晶を挟持すると共に、マトリクス状の画素を有した液晶装置において、一対の基板のうちの光入射側の基板の液晶側の面に、マトリクス状の画素の各画素部分に対し

てそれぞれ光入射側の基板を透過して入射する入射光を集光するマイクロレンズをマトリクス状に設けたことを特徴とする液晶装置についての発明が記載されている。この液晶装置では、液晶層内にマイクロレンズの凸面が形成されている。しかしながら、通常、マイクロレンズの凸面の実効深さは10数 μm にもなるので、凸面を液晶層内に形成すると、ギャップ厚を制御することが難しくなり、実際に実用的な液晶パネルを製造することは難しいという問題点がある。従って、この発明による液晶パネルは、現実的な装置と言い難い。

【0016】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、ギャップ厚の制御をし易くすると共に、高品質な画像表示を行うことを可能とする光変調素子および画像投射表示装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明による光変調素子は、少なくとも一つの色光の各々に対応付けられて2次元的に配列された複数の画素電極と、一つの画素電極または複数の色光に対応付けられた一群の画素電極毎に対向配置されると共に、各々が曲率の異なる複数のレンズ面または分割された複数のレンズ面を有する複数のマイクロレンズと、画素電極に印加される画像信号に応じて、入射した色光を変調する光変調手段とを備えている。

【0018】また、本発明による画像投射表示装置は、複数の色光を生成する色光生成手段と、色光生成手段からの各色光に対して画像信号に応じた光変調処理を行う少なくとも一つの光変調素子と、光変調素子で変調された各色光をスクリーン上に投射する投射手段とを備えた画像投射表示装置であって、光変調素子は、少なくとも一つの色光の各々に対応付けられて2次元的に配列された複数の画素電極と、一つの画素電極または複数の色光に対応付けられた一群の画素電極毎に対向配置されると共に、各々が曲率の異なる複数のレンズ面または分割された複数のレンズ面を有する複数のマイクロレンズと、画素電極に印加される画像信号に応じて、入射した色光を変調する光変調手段とを有している。

【0019】本発明による光変調素子および画像投射表示装置では、入射した少なくとも一つの色光が、一つの画素電極または複数の色光に対応付けられた一群の画素電極毎に対向配置された複数のマイクロレンズによって、集光される。マイクロレンズに入射した色光は、光変調手段において、画素電極に印加される画像信号に応じて変調される。複数のマイクロレンズの各々は、曲率の異なる複数のレンズ面または分割された複数のレンズ面を有しており、レンズ全体の薄型化が図られている。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0021】【第1の実施の形態】図1は、本発明の第

1の実施の形態に係る画像投射表示装置の光学系の概略構成を表すもので、装置を真上から見下ろした状態を示している。なお、この図では、煩雑さを避けるために、主たる光線の経路のみを描き、他を省略している。この画像投射表示装置は、モノクロの液晶パネルを3枚使用する3板方式の液晶プロジェクタとして構成されたものであり、白色光を発する光源201と、この光源201から発せられた白色光に含まれる紫外(UV)および赤外(IR)領域の光を除去するUV/IRカットフィルタ202と、このUV/IRカットフィルタ202を透過した光を拡散させて光の照度分布が均一化された平行光を出射するインテグレート203と、このインテグレート203から出射された平行光を集光して光源像を形成するリレーレンズ204と、このリレーレンズ204と共にテレセントリック光学系を形成してリレーレンズ204により集光された光を再び所定幅の平行光として出射するコリメータレンズ205とを備えている。

【0022】光源201は、発光体と、回転対称な凹面鏡とを含んで構成される。発光体としては、例えばメタルハライド系のランプが用いられる。凹面鏡としてはできるだけ集光効率のよい形状のものがよく、例えば回転楕円面鏡や回転放物面鏡等が用いられる。インテグレート203は、光源201から出射した白色光を拡散させて後述する液晶パネル210における面内照度分布を均一化するためのものであり、例えば、多数のマイクロレンズを配列して形成した1対のレンズアレイ(フライアイレンズ)、またはガラスロッド等によって構成される。

【0023】本実施の形態に係る画像投射表示装置は、また、同一光路上に、所定間隔を空けて設けられ、コリメータレンズ205から出射された平行光を、それぞれ色表示の基本となるR、G、Bの3色の色光に選択的に分離するダイクロイックミラー206R、206G、206Bと、ダイクロイックミラー206Rにより反射されたR色光を更に後述の液晶パネル210R側に反射する反射ミラー207と、ダイクロイックミラー206Bにより反射されたB色光を更に後述の液晶パネル210B側に反射する反射ミラー208とを備えている。

【0024】本実施の形態に係る画像投射表示装置は、更に、ダイクロイックミラー206R、206G、206Bにより分離されたR、G、Bの各色光を直線偏光させる入射側偏光板209R、209G、209Bと、これらの入射側偏光板209R、209G、209Bにより直線偏光された各色光を、それぞれ表示する画像に応じて空間的に変調するモノクロの液晶パネル210R、210G、210Bと、これらの液晶パネル210R、210G、210Bにより空間的に変調された光のうち所定の方向に偏光された光のみを透過させる出射側偏光板211R、211G、211Bと、これらの出射側偏光板211R、211G、211Bを透過した各色光を

10

20

30

40

50

合成する色合成用ダイクロイックプリズム 212 と、この色合成用ダイクロイックプリズム 212 により合成された光をスクリーン 111 に投射する投射レンズ 213 とを備えている。

【0025】ここで、投射レンズ 213 が本発明における「投射手段」に対応する。

【0026】色合成用ダイクロイックプリズム 212 は立方体形状をしている。この色合成用ダイクロイックプリズム 212 は、それぞれ R、G、B の各色光が入射する 3 つの入射面 212 R、212 G、212 B を有している。入射側偏光板 209 R、液晶パネル 210 R および出射側偏光板 211 R は、この色合成用ダイクロイックプリズム 212 の一つの入射面 212 R に対向するように配置されている。また、入射側偏光板 209 G、液晶パネル 210 G および出射側偏光板 211 G は、ダイクロイックプリズム 212 における入射面 212 R と直交する他の入射面 212 G に対向するように配置されている。一方、入射側偏光板 209 B、液晶パネル 210 B および出射側偏光板 211 B は、色合成用ダイクロイックプリズム 212 における入射面 212 R と平行な他の入射面 212 B に対向するように配置されている。

【0027】液晶パネル 210 R、210 G、210 B (以下、これらを総称して液晶パネル 210 と記す。) は、カラーフィルタを用いない透過型のマイクロレンズ方式の液晶表示素子であり、入射した各色光に対して画像信号に応じた選択的な変調を行うようになっている。この液晶パネル 210 は、規則的に 2 次元配置された画素電極 (本図では図示せず) が形成された画素基板 (図示せず) と、この画素基板と対向するようにして配置された対向基板と (図示せず)、画素基板と対向基板との間を満たすように配置された液晶層 (図示せず) とを含んで構成される。

【0028】ここで、液晶パネル 210 が本発明における「光変調素子」に対応する。

【0029】図 2 は、図 1 における液晶パネル 210 の一構成例である液晶パネル 210 a の要部構造を示す断面図である。なお、以下の説明で、前面側とは光の入射面側をいい、後面側とは光の出射面側をいうものとする。この図に示した液晶パネル 210 a は、画素基板 10 と、この画素基板 10 の前面側 (入射光 1 の入射面側) に所定距離を隔てて対向配設された対向基板 20 と、画素基板 10 と対向基板 20 とによって挟まれた液晶層 30 とを備えている。液晶層 30 には、シール部 40 によって画素基板 10 と対向基板 20 との間に液晶が封止されている。

【0030】ここで、主として液晶層 40 が本発明における光変調手段に対応する。

【0031】画素基板 10 は、ガラス基板 11 と、このガラス基板 11 の前面側に液晶層 30 と接するようにして規則的に (周期的に) 配置された多数の画素電極部 1

3 と、これらの各画素電極部 13 に対して画像信号電圧をそれぞれ印加するためのスイッチング素子や配線等が形成されたブラックマトリクス部 12 とを備えている。ここで、スイッチング素子としては、例えば、TFT が使用される。このブラックマトリクス部 12 は、図示しない金属膜等で遮光され、光照射によって TFT が誤動作しないようになっている。

【0032】対向基板 20 は、画素電極部 13 に対向配設された対向電極 21 と、1 つの画素電極部 13 毎に画素電極部 13 に対して対向配置された複数のマイクロレンズ 22 と、このマイクロレンズ 22 の凸面側に透明な樹脂層 23 を介して配置されたガラス基板 24 とを備えている。マイクロレンズ 22 は、例えば、対向基板 20 の一部をウェットエッチングまたはドライエッチング等によりレンズ形成されたものである。樹脂層 23 は、マイクロレンズ 22 をエッチング等によりレンズ形成した後、屈折率の異なる樹脂 (例えば、レジスト、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、シリコン系樹脂またはフッ素系樹脂等) を充填することにより形成された層である。これら複数のマイクロレンズ 22 および樹脂層 23 によりマイクロレンズアレイが形成される。このマイクロレンズアレイの後面側は、例えば CMP 法 (化学機械研磨法) 等を用いて研磨されており、その上に対向電極 21 が形成される。この場合、マイクロレンズアレイに対する対向電極 21 の密着性を高めるために、マイクロレンズアレイの上に透明な 2 酸化シリコン膜等を形成してからその上に対向電極 21 を形成するようにしてもよい。対向電極 21 は、例えば ITO (Indium Tin Oxide) 等の透明導電膜で形成され、一定の電位 (例えば接地電位) に固定されている。この対向電極 21 は、例えば、スパッタリング法によりマイクロレンズアレイに蒸着される。

【0033】マイクロレンズ 22 は、1 つの画素電極部 13 に対して複数のレンズを有している。例えば、マイクロレンズ 22 は、1 つの画素電極部 13 に対して、正方格子状に配置された 4 つのレンズによって構成される。図では、1 つの画素電極部 13 について、正方格子状に配置された 4 つのレンズのうち、2 つのマイクロレンズ 22 a、22 b の断面のみが示されている。このように図 2 に示した例では、マイクロレンズ 22 が、1 つの画素電極部 13 に対して複数のレンズで構成されているので、1 つの画素電極部 13 に対して複数の分割された曲面が形成されることになる。このマイクロレンズ 22 の各曲面は、球面または球面に近い形状の非球面からなるものである。なお、1 つの画素電極部 13 に対して、4 つのレンズを配置する構成に限らず、1 つの画素電極部 13 に対して、4 つより少ないまたは多い数のレンズを配置するようにしてもよい。

【0034】図 3 は、図 2 に示したマイクロレンズ 22 による集光特性を示す平面図である。この図は、マイク

ロレンズ 22 によって、1つの画素電極部 13 に集光する集光像を模式的に示したものである。なお、図における点線 51 は、マイクロレンズ 22 を構成する複数のレンズの分割線（境界線）に相当するものである。この図に示したように、マイクロレンズ 22 によって、1つの画素電極部 13 には、正方格子状に複数の円形の集光像 50a, 50b, 50c, 50d が形成される。

【0035】図 4 は、図 2 に示した液晶パネル 210a におけるマイクロレンズ 22 と従来の液晶パネルにおけるマイクロレンズとを比較するための説明図である。この図では、1画素に対応するマイクロレンズのみを示している。この図において、二点鎖線で示した部分は、従来のマイクロレンズ 52 を示している。3板方式の画像投射表示装置に適用される液晶パネルの場合、従来では、マイクロレンズ 52 が、1画素に対して 1つの割合で配置されている。これに対し、図 2 に示した本実施の形態のマイクロレンズ 22 は、上述のように、1つの画素電極部 13 に対して複数のレンズにより構成されている。これにより、集光性能を同等にしつつ、マイクロレンズ 22 の全体の厚み t_1 を従来のマイクロレンズ 52 の厚み t_2 に対して小さくすることができる。従って、図 2 に示した液晶パネル 210a は、従来に比べて薄型化が図られている。

【0036】次に、図 1 に示した液晶パネル 210 の他の構成例について説明する。図 5 は、液晶パネル 210 の他の構成例としての液晶パネル 210b の要部構造を示す断面図である。この図において、図 2 に示した液晶パネル 210a と同一構成要素には同一符号を付し、適宜説明を省略するものとする。この図に示した液晶パネル 210b は、図 2 に示した液晶パネル 210a における複数のマイクロレンズ 22 に代えて、複数のマイクロレンズ 60 を備えたものである。このマイクロレンズ 60 は、1つの画素電極部 13 に対して 1つのレンズが形成されたものである。各マイクロレンズ 60 は、1つの画素電極部 13 に対して複数の曲率を有したレンズによって構成されている。各マイクロレンズ 60 は、例えば、中央部 61 と周辺部 62 とで曲率が異なっている。この図の例では、中央部 61 が平坦化され、周辺部 62 に入射光 1 を集光するための曲面が形成されている。周辺部 62 の曲面は、球面または球面に近い形状の非球面からなるものである。このように、マイクロレンズ 60 の中央部 61 を平坦化することにより、レンズの厚みを従来の液晶パネルにおけるマイクロレンズの厚みに対して小さくすることができる。従って、図 5 に示した液晶パネル 210b は、従来に比べて薄型化が図られている。

【0037】図 6 は、図 5 に示したマイクロレンズ 60 による集光特性を示す平面図である。この図は、マイクロレンズ 60 によって、1つの画素電極部 13 に集光する集光像を模式的に示したものである。この図に示した

ように、マイクロレンズ 60 の周辺部 62 に形成された曲面の作用によって、1つの画素電極部 13 には、環状の集光像 63 が形成される。なお、中央部 61 に入射した光は、そのまま画素電極部 13 の中央部に到達する。

【0038】なお、図 5 に示したマイクロレンズ 60 において、中央部 61 を完全に平坦化せず、周辺部 62 とは異なる曲率の曲面によって構成してもよい。また、図 2 に示したマイクロレンズ 22 において、1つの画素電極部 13 に対して複数の分割されたレンズの各々の中央部を、マイクロレンズ 60 と同様に平坦化して構成するようにしてもよい。これにより、液晶パネル 210 の更なる薄型化を図ることができる。

【0039】次に、液晶パネル 210 のより具体的な構成例を説明する。通常、3板方式の液晶プロジェクタでその使用形態がフロント方式の場合、液晶パネルに入射する光の角度成分は、 $\pm 10^\circ$ 程度である。従って、例えば、図 5 に示したマイクロレンズ 60 における中央部 61 の平坦化された部分においても、光の入射成分は約 $\pm 10^\circ$ の角度分布を持つことになる。

【0040】図 7 は、液晶パネル 210 に入射する光の角度依存性の例を説明するための特性図である。この図において、縦軸は液晶パネル 210 に入射する入射光の相対強度を示しており、横軸は入射角度を示している。この図では、特に、液晶パネル 210 として図 2 に示した構成の液晶パネル 210a における入射光の強度分布例を示している。なお、この強度分布例は、画素電極部 13 上の対向基板 20 に投射される光の強度分布に対応する。液晶パネル 210a に入射する光の強度分布は、符号 71 で示した曲線のように、例えば、約 $\pm 10^\circ$ の角度成分を有している。従って、液晶パネル 210 におけるマイクロレンズは、この角度分布を考慮して設計する必要がある。なお、図では、角度成分が約 $\pm 8^\circ$ である例（符号 72 で示した曲線）を同時に示している。

【0041】ここで、図 8 を参照して、本実施の形態における液晶パネル 210 について、光の角度成分を考慮した具体的な設計手法を説明する。ここでは、図 5 に示したマイクロレンズ 60 と同様に、1つの画素電極部 13 に 1つのレンズが配置されていると共に、レンズの中心部に平坦部 73 が形成されたマイクロレンズ 70 を有する液晶パネルを設計する場合を例に説明する。なお、図 8 において、図 5 に示した液晶パネル 210b と同一構成要素には同一符号を付している。また、この図において、(A) は、図 5 と同様に液晶パネルの断面構造を示し、(B) は、マイクロレンズ 70 部分を光の入射側から見た平面図を示している。ここで、図に示したように、1つのマイクロレンズ 70 の大きさを D_1 、隣り合うマイクロレンズ 70 との境界部 74 における液晶層 30 との間の距離を d_c 、ブラックマトリクス部 12 間の距離を D_2 、1つのブラックマトリクス部 12 の大きさを D_3 、マイクロレンズ 70 の平坦部 73 から、画素電

極部13の底部までの距離を d とする。また、マイクロレンズ70の平坦部73の周端部(曲率変化点75)とブラックマトリクス部12との間の水平方向の距離を x 、入射角度 θ で入射した入射光2と曲率変化点75との間の水平方向の距離を y とする。

【0042】この図に示した液晶パネルにおいて、 $x/d < \tan \theta$ の関係が成り立つ。このとき、入射角度 θ が 10° であったとすると、 $\tan 10^\circ$ は、約0.176であるから、 $x/0.176 < d$ の関係が成り立つ。ここで、距離 d が $20 \mu\text{m}$ であるとして、 $x < 3.5 \mu\text{m}$ となる。更に、ブラックマトリクス部12の大きさ D_3 が $4 \mu\text{m}$ であるとして、距離 $y < x + 2 \mu\text{m} = 5.5 \mu\text{m}$ となる。

【0043】また、仮に画素電極部13の一辺の長さに相当する距離 D_1 が $20 \mu\text{m}$ であると共に、マイクロレンズ70の基本的な形状が球であるとして、このレンズの球半径 r は、 $20\sqrt{2}/2$ であり約 $14 \mu\text{m}$ である。ここで、更に、入射光2が $\pm 10^\circ$ の角度成分まで持ち、 $x = 3.5 \mu\text{m}$ 、 $d = 20 \mu\text{m}$ であると仮定すれば、距離 d_c は、約 $6 \mu\text{m}$ で良くなる。

【0044】図9は、以上のような設計手法による一設計例である液晶パネル210cの要部構造を示す構成図である。この図において、(A)は、液晶パネル210cの断面構造を示し、(B)は、マイクロレンズ80部分を光の入射側から見た平面図を示している。なお、この図において、図8に示した液晶パネルと同一構成要素には同一符号を付している。この液晶パネル210cの各部の設計値は、以下の通りである。なお、距離 d_a は、マイクロレンズ80の平坦部73と境界部74との間の距離である。距離 y_1 は、マイクロレンズ80の曲率変化点75と境界部74との間の水平方向の距離であり、距離 y_2 は、マイクロレンズ80の曲率変化点75とレンズ中心Oとの間の水平方向の距離である。角度 α は、マイクロレンズ80の曲率変化点75と境界部74との間のレンズ中心Oを基準とした角度である。マイクロレンズ80および樹脂層23は、それぞれ屈折率の異なる樹脂(例えば、レジスト、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、シリコン系樹脂またはフッ素系樹脂等)により形成されている。樹脂層23は、マイクロレンズ80をエッチング等によりレンズ形成した後、この屈折率の異なる樹脂を充填することにより形成される。なお、マイクロレンズ80の屈折率 n_2 は、樹脂層23の屈折率 n_1 よりも大きい。

【0045】

マイクロレンズ80の半径 $r = 14.1 \mu\text{m}$

距離 $d_a = 11.2 \mu\text{m}$

距離 $d_c = 4 \mu\text{m}$

距離 $y_1 = 5.5 \mu\text{m}$

距離 $y_2 = 8.6 \mu\text{m}$

角度 $\alpha = 5^\circ$

【0046】図10は、以上のような設計手法による他の設計例である液晶パネル210dの要部構造を示す構成図である。この図において、(A)は、液晶パネル210dの断面構造を示し、(B)は、マイクロレンズ280部分を光の出射側(後面側)から見た平面図を示している。なお、この図において、図9に示した液晶パネル210cと同一構成要素には同一符号を付している。この液晶パネル210dにおいて、マイクロレンズ280は、1つの画素電極部13に対して複数のレンズを有している。より具体的には、図の(B)に示したように、マイクロレンズ280は、1つの画素電極部13に対して、正方格子状に配置された4つのレンズ280a、280b、280c、280dによって構成されている。但し、このマイクロレンズ280は、図2に示したマイクロレンズ22とは異なり、レンズが光の出射側に凸な形状となっており、レンズ全体の中央部に図9に示したマイクロレンズ80と同様に平坦部73が形成されている。すなわち、この図の例では、マイクロレンズ280が、1つの画素電極部13に対して、レンズの分割化と平坦化の双方が行われた構成となっている。このマイクロレンズ280の平坦化により、レンズの薄型化に寄与することができると共に、液晶層30に対してレンズの凸面の深さが深くなり過ぎ、ギャップ厚の制御が難しくなるような事態を防止することができる。

【0047】液晶パネル210dの各部の設計値の基本的な部分については図9に示した液晶パネル210cと同様である。例えば、距離 d_a 、 d_c 、 y_1 、 y_2 については、液晶パネル210cと同様である。なお、ここでの距離 d_c は、マイクロレンズ280の平坦部73と液晶層30との間の距離である。マイクロレンズ280および樹脂層23は、それぞれ屈折率の異なる樹脂により形成されている。マイクロレンズ280および樹脂層23の形成方法については図9に示した液晶パネル210cと同様である。

【0048】次に、上記のような構成の画像投射表示装置の作用について説明する。

【0049】まず、図1を参照して、画像投射表示装置の全体の作用を説明する。光源201から発せられた白色光は、UV/IRカットフィルタ202により紫外線および赤外線が除去される。そして、このUV/IRカットフィルタ202を透過した光は、インテグレート203において拡散され、光の照度分布が均一化されたほぼ平行な光として出射される。このインテグレート203から出射された平行光は、リレーレンズ204により、一旦集光された後、リレーレンズ204と共にテレセントリック光学系を形成したコリメータレンズ205により、所定幅の平行光として出射される。

【0050】コリメータレンズ205から出射した平行光は、ダイクロイックミラー206R、206G、20

6 B の作用により、色表示の基本となる R、G、B の 3 色の色光に選択的に分離される。分離された R、G、B の各色光は、入射側偏光板 209 R、209 G、209 B により直線偏光された後、それぞれ液晶パネル 210 R、210 G、210 B に入射する。液晶パネル 210 R、210 G、210 B は、入射した光を空間的に変調して出射する。液晶パネル 210 R、210 G、210 B を出射した光は、出射側偏光板 211 R、211 G、211 B に入射する。出射側偏光板 211 R、211 G、211 B を透過した各色光は、それぞれ色合成用ダイクロイックプリズム 212 の入射面 212 R、212 G、212 B に入射する。色合成用ダイクロイックプリズム 212 の入射面 212 R、212 G、212 B に入射した各色光は、色合成用ダイクロイックプリズム 212 の作用により色合成された後、投射レンズ 213 により、スクリーン 111 に投射される。

【0051】次に、液晶パネル 210 の作用について説明する。まず、図 2 および図 3 を参照して、液晶パネル 210 の一構成例である液晶パネル 210 a の作用について説明する。なお、以下では特に、1 つの画素電極部 13 に入射する入射光 1 が受ける作用について説明する。

【0052】図 2 に示したように、液晶パネル 210 a に入射した入射光 1 は、対向基板 20 のガラス基板 24 を透過し、マイクロレンズ 22 によって集光作用を受けて液晶層 30、画素電極部 13 を通過し、画素基板 10 のガラス基板 11 の内部で焦点を結ぶ。なお、マイクロレンズ 22 による光の集光位置は、ガラス基板 11 の内部ではなく、画素電極部 13 上であっても構わない。入射光 1 は、液晶層 30 を通過する間に、画素電極部 13 に印加された画像信号電圧に応じて空間的な変調を受ける。

【0053】1 つの画素電極部 13 に対しては、マイクロレンズ 22 として、例えば、正方格子状に 4 つのレンズが分割配置されている。液晶パネル 210 a に入射した入射光 1 は、この 4 つのレンズのそれぞれによって、1 つの画素電極部 13 に入射するように集光される。より具体的には、分割配置された 4 つのレンズによって、画素電極部 13 上には、図 3 に示したように、正方格子状に複数の円形の集光像 50 a、50 b、50 c、50 d が形成される。以上の作用は、マイクロレンズ 22 に入射する全ての光について同様である。

【0054】次に、図 5 および図 6 を参照して、液晶パネル 210 の他の構成例である液晶パネル 210 b の作用について説明する。この液晶パネル 210 b による作用は、マイクロレンズ 60 による作用を除いて上述の液晶パネル 210 a による作用と同様である。マイクロレンズ 60 は、1 つの画素電極部 13 に対して 1 つのレンズが配置されていると共に、例えば、中央部 61 と周辺部 62 とで曲率が異なっている。このため、レンズの中

央部 61 と周辺部 62 とで光の集光作用が異なる。図 5 に示した例では、中央部 61 が平坦化され、周辺部 62 に入射光 1 を集光するための曲面が形成されており、この周辺部 62 に形成された曲面の作用によって、1 つの画素電極部 13 には、図 6 に示したように環状の集光像 63 が形成される。なお、中央部 61 に入射した光は、そのまま画素電極部 13 の中央部に到達する。

【0055】なお、図 9 および図 10 に示した液晶パネル 210 c、210 d についても、その全体的な作用は液晶パネル 210 a、210 b と同様である。

【0056】以上説明したように、本実施の形態によれば、液晶パネル 210 におけるマイクロレンズの各々が、曲率の異なる複数のレンズ面（例えば、図 5 に示したマイクロレンズ 60）または分割された複数のレンズ面（例えば、図 2 に示したマイクロレンズ 22）を有するようにして構成されているので、マイクロレンズ部分の薄型化を図ることができ、マイクロレンズを構成する基板の熱膨張率、弾性率の変化によるギャップ厚の制御がし易くなる。これにより、ギャップ厚の均一化を図ることができるので、ギャップ厚のばらつきによる色むらを少なくして高品質な画像表示を行うことが可能となる。特に、図 10 に示したマイクロレンズ 280 では、レンズ中央部の平坦化を図ってレンズの凸面を液晶層 30 側に配置するようにしたので、レンズの凸面が液晶層 30 側に配置されているにも関わらず、液晶層 30 に対してレンズの境界部分の深さが深くなり過ぎることがなく、ギャップ厚の制御がし易くなっている。

【0057】また、本実施の形態によれば、従来のように、マイクロレンズを単一の曲率のレンズのみで構成すると共に、1 つの画素電極部 13 に 1 つのレンズを対応させるような構成を採っていないので、従来に比べて、焦点距離や厚さ等を含めたレンズの設計自由度を向上させることができる。

【0058】〔第 2 の実施の形態〕次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。本発明は、3 板方式のみならず、単板方式の画像投射表示装置にも適用可能である。本実施の形態では、本発明を単板方式の画像投射表示装置に適用した場合について説明する。

【0059】図 11 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る画像投射表示装置の光学系の概略構成を表すもので、装置を真上から見下ろした状態を示している。なお、この図では、煩雑さを避けるために、主たる光線の経路のみを描き、他を省略している。この画像投射表示装置は、カラーフィルタを用いない単板方式の液晶プロジェクタとして構成されたものであり、白色光を発する光源 1 と、この光源 1 から発せられた白色光に含まれる紫外および赤外領域の光を除去する UV/IR カットフィルタ 302 と、この UV/IR カットフィルタ 302 を透過した光を拡散させて光の照度分布が均一化された平行光を出射するインテグレータ 303 と、このインテグレ

ータ 303 から出射された平行光を集光して光源像を形成するリレーレンズ 304 と、このリレーレンズ 304 と共にテレセントリック光学系を形成してリレーレンズ 304 により集光された光を再び所定幅の平行光として出射するコリメータレンズ 305 とを備えている。

【0060】光源 301 は、発光体と、回転対称な凹面鏡とを含んで構成される。発光体としては、例えばメタルハライド系のランプが用いられる。凹面鏡としてはできるだけ集光効率のよい形状のものがよく、例えば回転楕円面鏡や回転放物面鏡等が用いられる。インテグレート 303 は、光源 301 から出射した白色光を拡散させて後述する液晶パネル 308 における面内照度分布を均一化するためのものであり、例えば、多数のマクロレンズを配列して形成した 1 対のレンズアレイ（フライアイレンズ）、またはグラスロッド等によって構成される。

【0061】この画像投射表示装置は、また、コリメータレンズ 305 から出射された平行光を、色表示の基本となる B、R、G の 3 色の色光に選択的に分離して出射するダイクロイックミラー 306 と、このダイクロイックミラー 306 により分離された B、R、G の 3 色の色光の各々を直線偏光させる入射側偏光板 307 と、この入射側偏光板 307 により直線偏光された B、R、G の 3 色の色光を、表示する画像に応じて空間的に変調する液晶パネル 308 と、この液晶パネル 308 により空間的に変調された光のうち所定の方向に偏光された光のみを透過させる出射側偏光板 309 と、この出射側偏光板 309 を透過した光をスクリーン 311 に投射する投射レンズ 310 とを備えている。

【0062】ここで、投射レンズ 310 が本発明における「投射手段」に対応する。また、液晶パネル 308 が本発明における「光変調手段」に対応する。

【0063】ダイクロイックミラー 306 は、それぞれ B、R、G の各色光を選択的に反射する B 用ミラー 306B、R 用ミラー 306R および G 用ミラー 306G の 3 枚のミラーを有している。また、ミラー 306B、306R、306G は、液晶パネル 308 にそれぞれ異なる方向から入射する R、G、B の各色光の入射角を設定するための色調整保持機構（図示せず）を有している。

【0064】液晶パネル 308 は、カラーフィルタを用いない透過型のマクロレンズ方式の液晶表示素子であり、ダイクロイックミラー 306 で反射された各色光に対して画像信号に応じた選択的な変調を行うようになっている。この液晶パネル 308 は、B、R、G の各色に対応して規則的に 2 次元配置された画素電極（本図では図示せず）が形成された画素基板（図示せず）と、この画素基板と対向するようにして配置された対向基板と（図示せず）、画素基板と対向基板との間を満たすように配置された液晶層（図示せず）とを含んで構成される。

【0065】図 12 は、図 11 における液晶パネル 308 の一構成例を示す断面図である。なお、以下の説明では、図 2 に示した液晶パネル 210a における構成要素と同一の部分には同一の符号を付し、適宜説明を省略する。この図に示した液晶パネル 308 は、画素基板 101 と、この画素基板 101 の前面側（入射光 R、G、B の入射面側）に所定距離を隔てて対向配設された対向基板 102 とを備えている。

【0066】画素基板 101 は、ガラス基板 11 の前面側に液晶層 30 と接するようにして規則的に（周期的に）配置された多数の画素電極部 91 を備えている。画素電極部 91 は、B、R、G のいずれかの色光用に割り当てられている。ここで、B、R、G の各色光用の画素電極部 91 をそれぞれ 91B、91R、91G と記すことにすると、各画素電極部 91 は、1 つの方向（図では右から左に向かう方向）に沿って 91B、91R、91G という順序で繰り返して配列がなされている。なお、以下では、3 つの画素電極部 91B、91R、91G の組を総称して 1 群の画素電極部 91 と呼ぶ。

【0067】対向基板 102 は、1 群の画素電極部 91 毎に画素電極部 91 に対して対向配置された複数のマクロレンズ 90 を備えている。このマクロレンズ 90 には、ダイクロイックミラー 306B、306R、306G（図 11）によって白色光から色分離して得られた B、G、R の 3 つの光束が互いに異なる方向から入射するようになっている。このマクロレンズ 90 に入射した B、R、G の各色光は、それぞれ画素電極部 91B、91R、91G に入射するようになっている。各マクロレンズ 90 は、1 群の画素電極部 91 に対して複数の曲率を有したレンズによって構成されている。各マクロレンズ 90 は、例えば、中央部と周辺部とで曲率が異なっている。この図の例では、中央部に対して周辺部のレンズ面の曲率が小さくなっている。すなわち、各マクロレンズ 90 は、周辺部のレンズ面の方が大きなパワーを有している。なお、このマクロレンズ 90 が、入射した光に与える作用については後に図 13 を参照して詳述する。

【0068】なお、液晶パネル 308 におけるマクロレンズとして、上記第 1 の実施の形態の液晶パネル 210 におけるマクロレンズの構成と同様のレンズを使用することも可能である。また、逆に、上記第 1 の実施の形態の液晶パネル 210 におけるマクロレンズとして、本実施の形態の液晶パネル 308 におけるマクロレンズの構成と同様のレンズを使用することも可能である。

【0069】次に、上記のような構成の画像投射表示装置の作用について説明する。

【0070】まず、図 11 を参照して、画像投射表示装置の全体の作用を説明する。光源 301 から発せられた白色光は、UV/IR カットフィルタ 302 により紫外

線および赤外線が除去される。そして、このUV/I R カットフィルタ302を透過した光は、インテグレート303において拡散され、光の照度分布が均一化されたほぼ平行な光として出射される。このインテグレート303から出射された平行光は、リレーレンズ234により、一旦集光された後、リレーレンズ304と共にテレセントリック光学系を形成したコリメータレンズ305により、所定幅の平行光として出射される。

【0071】コリメータレンズ305から出射した平行光は、ダイクロミックミラー306R、306G、306Bの作用により、色表示の基本となるR、G、Bの3色の色光に選択的に分離される。ダイクロミックミラー306R、306G、306Bは、分離した各色光を互いに異なる角度方向に反射する。このようにダイクロミックミラー306R、306G、306Bによって分離され互いに異なる角度方向に反射されたR、G、Bの各色光は、入射側偏光板307により直線偏光された後、液晶パネル308にそれぞれ異なる方向から入射する。液晶パネル308は、入射した光を空間的に変調して出射する。液晶パネル308を出射した光は、出射側偏光板309に入射する。出射側偏光板309を透過した各色光は、投射レンズ310により、スクリーン311に投射される。

【0072】次に、図12を参照して液晶パネル308の作用について説明する。なお、以下では特に、1群の画素電極部91に入射する入射光が受ける作用について説明する。

【0073】図12に示したように、液晶パネル308に異なる方向から入射したB、R、Gの各入射光は、対向基板102のガラス基板24を透過し、マイクロレンズ90によって集光作用を受けて液晶層30、画素電極部91を通過し、画素基板101のガラス基板11の内部でそれぞれの色毎に異なる位置に焦点を結ぶ。なお、マイクロレンズ90による光の集光位置は、ガラス基板11の内部ではなく、画素電極部91上であっても構わない。マイクロレンズ90に入射したB、R、Gの各入射光は、それぞれの色用の画素電極部91B、91R、91Gに入射する。また、B、R、Gの各入射光は、液晶層30を通過する間に、それぞれの色用の画素電極部91B、91R、91Gに印加された画像信号電圧に応じて空間的な変調を受ける。

【0074】次に、図13を参照してマイクロレンズ90の作用について詳述する。なお、図では、入射光としてR光の経路のみを代表して示している。また、図において、符号90で示した部分は、マイクロレンズ90の中央部の円弧をその曲率を変えずに中央部から延長して示したものであり、マイクロレンズ90の比較例としての従来のレンズに相当する部分である。

【0075】マイクロレンズ90は、1群の画素電極部91に対して1つのレンズが配置されていると共に、中

央部と周辺部とで曲率が異なっている。このため、レンズの中央部と周辺部とで光の集光作用が異なる。この図に示した例では、中央部に対して曲率変化点90bを境に周辺部のレンズ面の曲率が小さくなっており、周辺部のレンズ面の方が大きなパワーを有している。このマイクロレンズ90によれば、焦点距離自身はあまり変化させることなく、周辺部に入った入射光3cを、いわば球面収差のようにレンズ中央部に曲げる効果がある。このため、従来のように単一の曲率で構成したレンズでは、画素電極部91に有効に入射させることのできなかった周辺部の入射光3bについても、中央部の入射光3aと同様に有効に入射させることができる。このため、周辺部から画素電極部91に入射する光量を従来より有効に使用することが可能となる。更に、このマイクロレンズ90によれば、特に、本実施の形態のように単板式の液晶パネルに対する光量増大の効果と共に、隣接する画素電極部91への漏れ光を低減する効果があり、混色を少なくして色純度の向上にも寄与するという効果がある。

【0076】以上説明したように、本実施の形態によれば、単板式の画像投射表示装置に対しても、液晶パネル308におけるマイクロレンズ部分の薄型化を図ることができ、マイクロレンズを構成する基板の熱膨張率、弾性率の変化によるギャップ厚の制御がし易くなる。これにより、ギャップ厚の均一化を図ることができるので、ギャップ厚のばらつきによる輝度むらを少なくして高品質な画像表示を行うことが可能となる。

【0077】なお、本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、上記第1の実施の形態と同様である。

【0078】なお、本発明は、上記各実施の形態に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、本発明の画像投射表示装置の使用形態としては、スクリーンの裏面から画像を投射するリア方式と、スクリーンの前面から画像を投射するフロント方式のいずれの形態であってもよい。また、本発明は、透過型の液晶パネルのみならず、反射型の液晶パネルにも適用することが可能である。更に、液晶パネルの構成については、例えば、液晶層とマイクロレンズが設けられた層との間にカバーガラスが配置された構成であってもよい。

【0079】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし3のいずれかに記載の光変調素子または請求項4ないし6のいずれかに記載の画像投射表示装置によれば、少なくとも一つの色光の各々に対応付けられて2次元的に配列された複数の画素電極と、1つの画素電極または複数の色光に対応付けられた一群の画素電極毎に対向配置されると共に、各々が曲率の異なる複数のレンズ面または分割された複数のレンズ面を有する複数のマイクロレンズと、画素電極に印加される画像信号に応じて、入射した色光を変調する光変調手段とを備えるようにしたので、

マイクロレンズの薄型化を図ることができ、ギャップ厚の制御がし易くなる。これにより、ギャップ厚の均一化を図ることができるので、輝度むらや色むらの少ない高品質な画像表示を行うことが可能となるという効果を奏する。

【0080】また、請求項3記載の光変調素子または請求項6記載の画像投射表示装置によれば、複数のマイクロレンズ部分の各々の中央部を平坦化すると共に、この平坦化された面を、光変調手段を構成する液晶層側に配置するようにしたので、更に、マイクロレンズの凸側を液晶層側に配置したとしても、液晶層に対してレンズの凸面の深さが深くなり過ぎることがなく、ギャップ厚の制御がし易くなるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る画像投射表示装置の全体構成を表す平面図である。

【図2】図1に示した画像投射表示装置における液晶パネルの一構成例を表す断面図である。

【図3】図2に示した液晶パネルにおけるマイクロレンズによる集光特性を示す平面図である。

【図4】図2に示した液晶パネルにおけるマイクロレンズと従来の液晶パネルにおけるマイクロレンズとを比較するための説明図である。

【図5】図1に示した画像投射表示装置における液晶パネルの他の構成例を表す断面図である。

【図6】図5に示した液晶パネルにおけるマイクロレンズによる集光特性を示す平面図である。

*【図7】図1に示した画像投射表示装置における液晶パネルに入射する光の角度依存性の例を示す特性図である。

【図8】図1に示した画像投射表示装置における液晶パネルを光の角度成分を考慮して具体的に設計するための設計手法を説明するための説明図である。

【図9】図8を用いて説明した設計手法による一設計例である液晶パネルの要部構造を示す構成図である。

【図10】図8を用いて説明した設計手法による他の設計例である液晶パネルの要部構造を示す構成図である。

【図11】本発明の第2の実施の形態に係る画像投射表示装置の全体構成を表す平面図である。

【図12】図11に示した画像投射表示装置における液晶パネルの要部構造を表す断面図である。

【図13】図12に示した液晶パネルにおけるマイクロレンズの集光特性を説明するための説明図である。

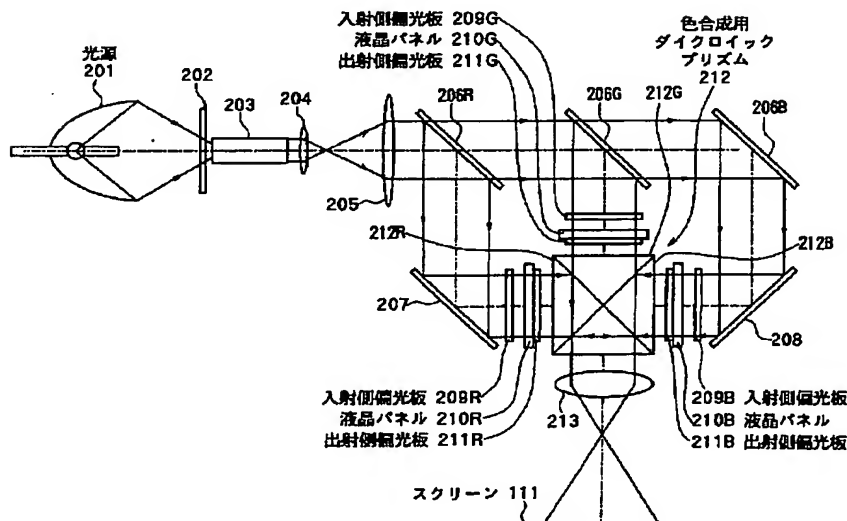
【図14】従来の液晶パネルの一構成例を表す断面図である。

【図15】従来の液晶パネルの他の構成例を表す断面図である。

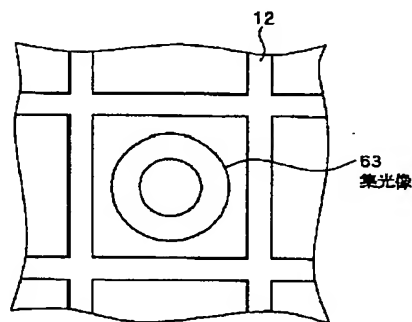
【符号の説明】

10…画素基板、12…ブラックマトリクス部、20、20a…対向基板、22、60…マイクロレンズ、30…液晶層、61…平坦部、210a、210b、210c、210d、210R、210G、210B…液晶パネル、213、310…投射レンズ、111、311…スクリーン。

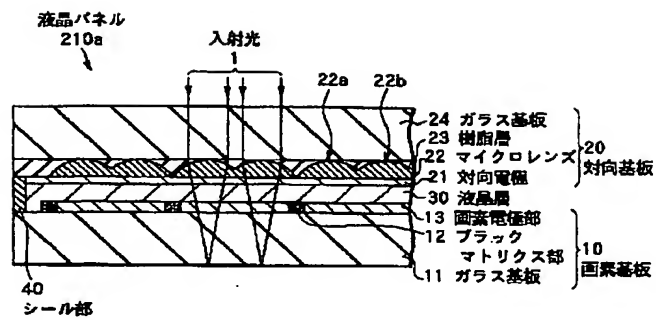
【図1】



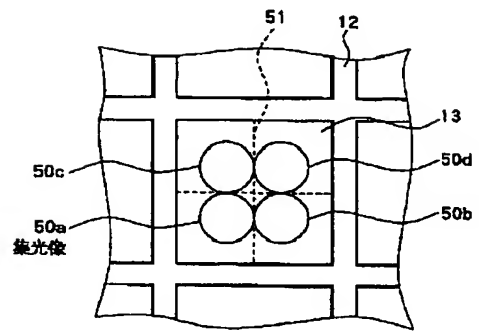
【図6】



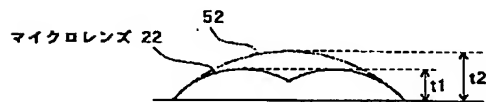
【図2】



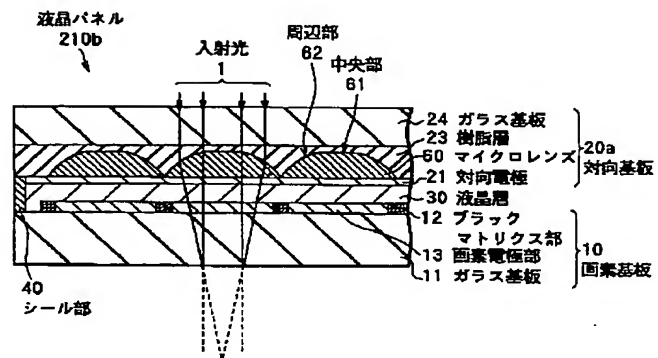
【図3】



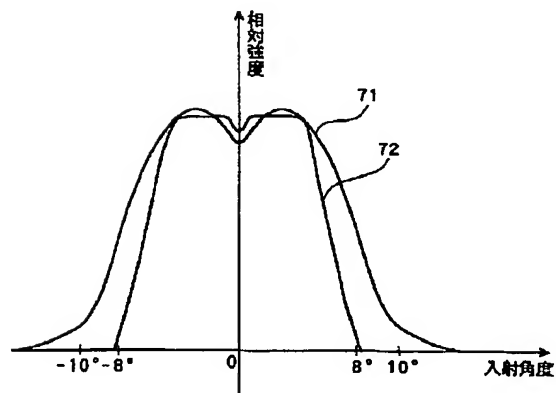
【図4】



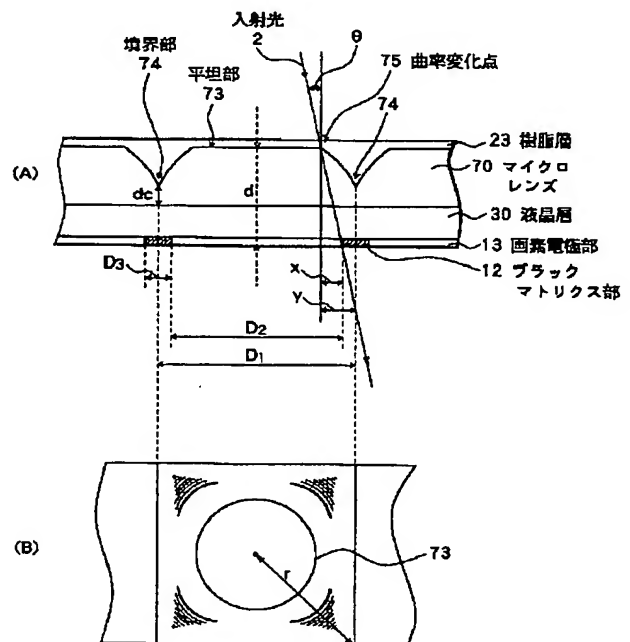
【図5】



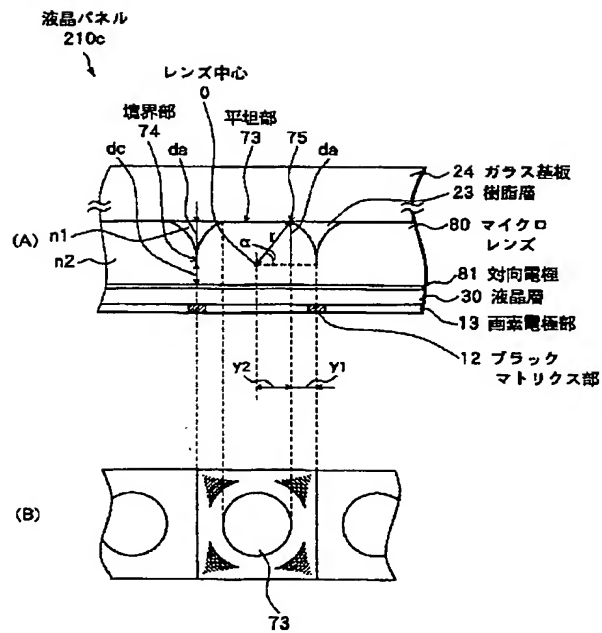
【図7】



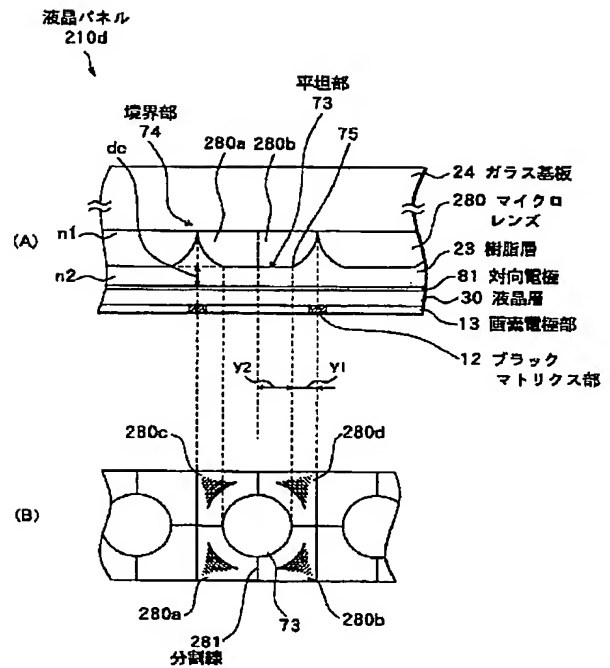
【図8】



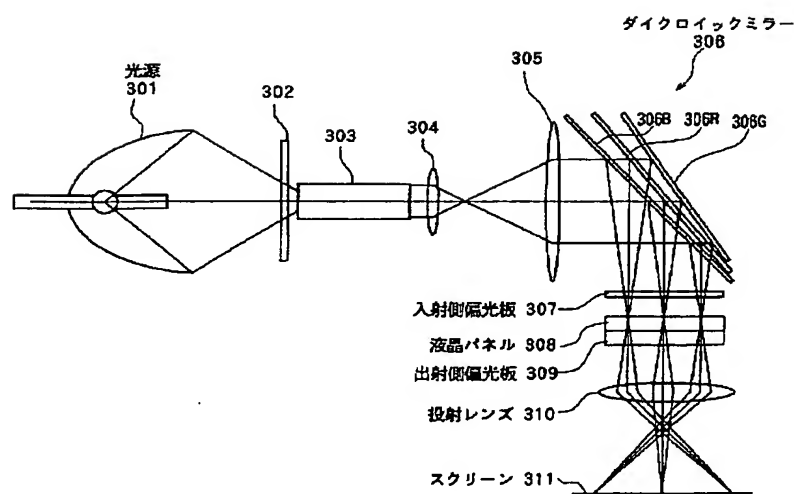
【図9】



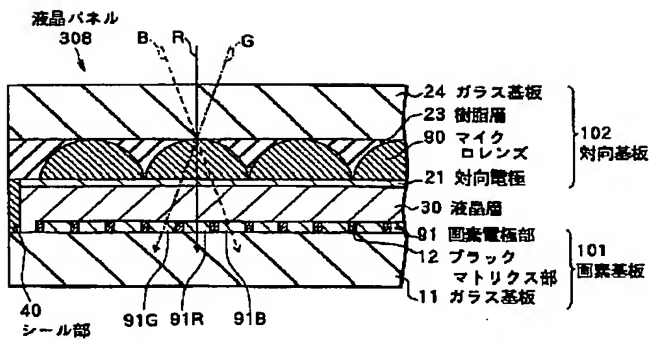
【図10】



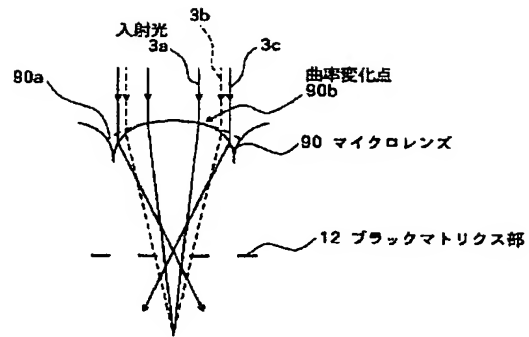
【図11】



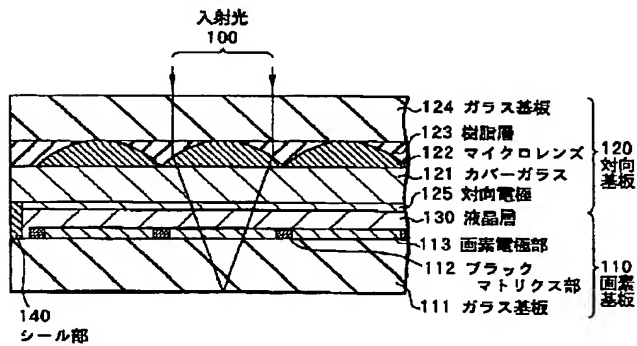
【図12】



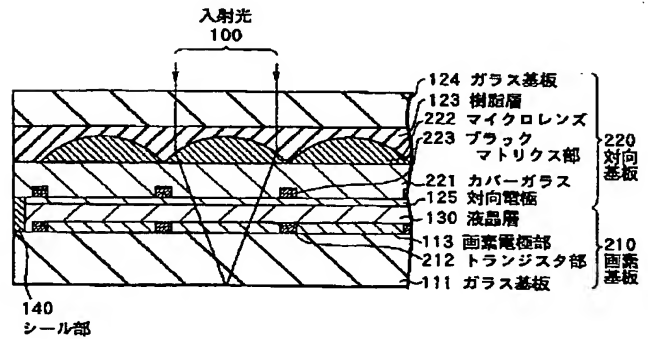
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H088 EA15 HA13 HA14 HA25 MA04
 2H091 FA29Y FA35Y FB07 FC26
 FD04 FD06 GA01 GA17 KA01
 LA18 MA07
 5C058 AA06 AB01 BA06 EA12 EA26